바른답 • 알찬풀이

I 우주의 기원과 진화

01 | 우주의 기원

핵심 문제로 **개념 마무리** p.9

001 (1) ○ (2) × (3) ○ **002** (1) 연주 시차 (2) 적, 짧아 (3) 비례 **003** A, B, C
004 (1) ㉢ (2) ㉠ (3) ㉡ **005** A : −2,000km/s, C : 1,500km/s

001 (1) 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례한다.
(2) 별이 관측자와 가까워질 때 별빛의 파장이 짧아지는 청색 편이가 나타난다.
(3) 우주의 팽창 속도가 일정하다면 우주의 나이는 허블 상수의 역수이다.

002 (1) 연주 시차가 1″인 별까지의 거리를 1pc으로 나타낸다.
(2) 가시광선 중에서 파장이 가장 긴 빛은 적색이고, 보라색으로 갈수록 파장이 짧은 빛이다.
(3) 외부 은하의 후퇴 속도와 외부 은하까지의 거리는 비례한다.

003 (겉보기 등급− 절대 등급)의 값이 클수록 별까지의 거리가 멀다. A, B, C의 (겉보기등급− 절대 등급)의 값은 각각 −5, 0, 5로, 지구로부터 가까운 별부터 나타내면 A, B, C의 순이다.

004 연속 스펙트럼에는 무지개 색의 연속적인 빛의 띠가 나타난다. 연속 스펙트럼 위에 검은 선이 나타나는 스펙트럼은 흡수 스펙트럼이고, 스펙트럼 위에 밝은색의 띠가 나타나는 스펙트럼은 방출 스펙트럼이다.

005 은하 B에서 볼 때 A는 왼쪽으로 2,000km/s 의 속력으로 후퇴하며, C의 후퇴 속도는 3,500km/s−2,000km/s= 1,500km/s이므로 오른쪽으로 1,500km/s의 속력으로 후퇴한다.

내신 분석 **기출문제** pp.10~15

006 ①	**007** ②	**008** ①	**009** ②	**010** ④	**011** ④	**012** ⑤
013 ⑤	**014** ⑤	**015** ①	**016** ①	**017** ③	**018** ④	**019** ④
020 ⑤	**021** ㉠ 연속 스펙트럼, ㉡ 선 스펙트럼(방출 스펙트럼)					**022** ③
023 ③	**024** ③	**025** ⑤	**026** ④	**027** ⑤	**028** ①	**029** ②
030 ⑤	**031** ③	**032** ③	**033** ⑤	**034** 해설 참조		

006 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례한다. 지구에서 거리가 가까운 별일수록 연주 시차가 크다.
[오답피하기] ② 연주 시차는 지구의 공전 때문에 생기는 겉보기 현상으로, 별이 실제로 운동하기 때문에 나타나는 것은 아니다.
③ 연주 시차는 천구 상에서 먼 별을 기준으로 가까운 별의 위치 변화를 측정한다.
④ 연주 시차는 지구가 공전하기 때문에 나타나는 현상이다.
⑤ 연주 시차는 비교적 거리가 가까운 별에서 뚜렷이 나타난다. 거리가 먼 별은 연주 시차가 작아서 측정하기 어렵다.

007 그림 (가)의 A, B보다 그림 (나)의 C, D가 두 지점 사이의 거리가 멀기 때문에 표지판이 주변 경치에 대하여 좌우로 이동하는 폭이 작다. 따라서 시차가 작게 나타난다.
[오답피하기] ㄱ. A, B에서 경치를 바라볼 때 표지판이 좌우로 작게 이동되어 보이기 때문에 표지판의 위치는 ㉢, ㉣이다. A에서는 ㉢과 같이 보이고, B에서는 ㉣과 같이 보인다.
ㄴ. C, D에서 바라볼 때 표지판이 좌우로 크게 이동하기 때문에 표지판의 위치는 ㉠, ㉡이다. C에서는 ㉠과 같이 보이고, D에서는 ㉡과 같이 보인다.

008 지구의 공전에 의해 6개월 간격으로 나타나는 시차의 $\frac{1}{2}$을 연주 시차라 한다. 별까지의 거리와 연주 시차는 반비례 관계이므로 별의 연주 시차를 측정하여 별의 거리를 구할 수 있다. 연주 시차가 작을수록 거리가 먼 별이다.

009 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례한다. 따라서 연주 시차를 측정하면 별까지의 거리를 알 수 있다. 연주 시차를 $p('')$라고 하면 별까지의 거리 $r=\frac{1}{p}$(pc)이다. 별 A는 연주 시차가 0.01″이므로 $r=\frac{1}{0.01''}=100$(pc)이다. 별 B는 연주 시차가 0.2″이므로 $r=\frac{1}{0.2''}=5$(pc)이다. 별 A까지의 거리는 별 B까지의 거리의 $\frac{100}{5}=20$배이다.

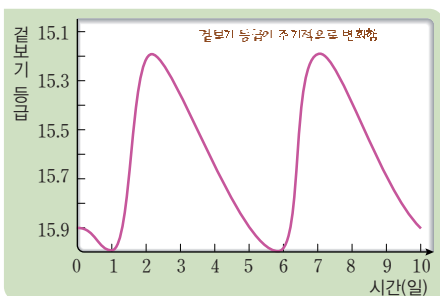
010 별까지의 거리가 10 pc보다 먼 별은 겉보기 등급이 절대 등급보다 크고, 거리가 10 pc보다 작은 별은 겉보기 등급이 절대 등급보다 작다. 이와 같이 거리가 먼 별일수록 (겉보기 등급− 절대 등급)이 크다. 별 A, B, C의 (겉보기 등급− 절대 등급)을 계산하면 각각 0, 5, −10이다. 그러므로 별 A, B, C를 지구로부터 가까운 별부터 순서대로 나열하면 C−A−B 순서이다.

011 연주 시차는 가까운 별일수록 크므로 A가 가장 크고, 절대 등급이 같으므로 가장 가까운 거리의 A가 가장 밝다. 별 C는 10pc보다 멀리 있으므로 겉보기 등급이 절대 등급보다 크다.
[오답피하기] ㄴ. 세 별은 절대 등급이 같으므로 거리가 가까운 별이 가장 밝게 보이는 별이다. 가장 밝게 보이는 별은 A이다.

012 ㄴ. 별 B와 C는 겉보기 등급과 절대 등급이 같으므로, 두 별까지의 거리는 모두 10pc으로 같다.
ㄷ. 별 C의 절대 등급은 1등급이고, 별 D의 절대 등급은 6등급이므로 실제 밝기는 별 C가 별 D보다 밝다.
[오답피하기] ㄱ. 별까지의 거리가 10pc보다 먼 별은 겉보기 등급이 절대 등급보다 크고, 거리가 10pc보다 가까운 별은 겉보기 등급이 절대 등급보다 작다. 이와 같이 거리가 멀수록 (겉보기 등급−절대 등급)이 크다. 별 A, D의 (겉보기 등급−절대 등급)을 계산하면 각각 5, −5이다. 따라서 A가 D보다 거리가 먼 별이고, 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례하므로 연주 시차는 별 A가 별 D보다 작다.

013 ㄱ. 2일 이후 가장 밝아지는 시간이 7일경이므로 변광 주기는 약 5일이다.
ㄴ. 세페이드 변광성의 주기-광도 관계로부터 변광 주기가 길수록 실제 밝기가 밝은 별임을 알 수 있다.
ㄷ. 세페이드 변광성은 별이 팽창과 수축을 반복함에 따라 밝기가 변하는 변광성으로, 별의 내부 구조가 불안정하여 1일 ~100일을 주기로 팽창과 수축을 반복한다.

자료분석 노하우

■ **세페이드 변광성＋별의 등급＋별의 거리**

- 세페이드 변광성은 팽창, 수축을 주기적으로 반복하여 밝기가 변하는 별이다.
- 변광 주기가 길수록 실제 밝기가 밝은 별이다.
- 변광 주기를 통하여 실제 밝기(절대 등급)를 알면, 육안으로 측정한 겉보기 등급과 비교($m-M$)하여 별의 거리를 알 수 있다.

014 ㄱ. 별 A와 B는 모두 10 pc의 거리에 있는 별이므로 겉보기 등급과 절대 등급이 같다.
ㄴ. 연주 시차는 별까지의 거리에 반비례하므로 별 A가 A′으로 멀어지면 연주 시차가 감소한다.
ㄷ. 별 B가 가까운 거리인 B′으로 이동하면 더 밝게 보이므로 겉보기 등급이 감소한다.

015 세 별의 절대 등급이 같으므로 밝게 보이는 별일수록 지구에서 가까운 거리에 위치한다. 따라서 별 C가 지구에서 가장 가깝다.
ㄱ. 겉보기 등급이 가장 큰 A가 맨눈으로 볼 때 가장 어둡다.
[오답피하기] ㄴ. 별까지의 거리와 연주 시차는 반비례하는 관계이므로, 연주 시차가 가장 큰 별은 거리가 가장 가까운 C이다.
ㄷ. 지구에서 가장 멀리 있는 별은 연주 시차가 가장 작은 A이다.

016 물체에서 방출되는 빛의 분포는 온도에 따라 달라진다. 물체의 온도가 높을수록 짧은 파장의 빛을 많이 방출하여 물체의 색은 청색에 가까워진다. 반면 온도가 낮은 물체는 긴 파장의 빛을 많이 방출하여 물체의 색이 붉은색에 가까워진다. 빛의 파장 중에서 눈에 보이는 영역은 가시광선이다. 가시광선보다 파장이 긴 영역은 적외선으로, 적외선은 우리 몸에서 방출되며, 눈에는 보이지 않지만 따뜻한 열을 느낄 수 있다.

017 ㄱ. 스펙트럼의 모양을 볼 때, 연속 스펙트럼에 검은색의 흡수선이 여러 개 나타나므로 흡수 스펙트럼이다.
ㄷ. 별에서 나오는 빛은 별에 존재하는 원소에 흡수되기 때문에 별의 스펙트럼에서 흡수선이 나타난다. 원소마다 흡수하는 빛의 파장이 다르므로 스펙트럼 흡수선의 파장과 개수로부터 별에 존재하는 원소를 알 수 있다.
[오답피하기] ㄴ. 가시광선에서 빛의 파장은 빨간색 쪽으로 갈수록 더 길다. 따라서 흡수선 B는 흡수선 A보다 파장이 길다.

018 금속의 불꽃을 분광기(프리즘)로 보면 금속의 종류마다 특정한 색의 불꽃이 나타난다. 연속된 무지개 색은 모든 빛이 섞인 백열 전구에서 나오는 빛을 분광기로 볼 때 나타난다.

019 분광기를 통해 원소의 스펙트럼을 관찰하면 선 스펙트럼(방출선)이 나타난다. 선 스펙트럼의 방출선에 나타나는 선들의 위치는 원소의 종류에 따라 다르게 나타나므로 선 스펙트럼을 이용하여 원소를 구분할 수 있다.
[오답피하기] ㄱ. 연속 스펙트럼은 빛이 넓은 파장에 걸쳐 연속적으로 나타나는 스펙트럼이다. (가)와 (나)는 선 스펙트럼이다.

020 ㄱ. (가)는 빛이 넓은 파장에 걸쳐 연속적으로 나타나므로 연속 스펙트럼이다.
ㄴ. (나)는 연속 스펙트럼 위에 불연속적인 흡수선들이 나타나는 흡수 스펙트럼이다.
ㄷ. 별에서 나오는 빛은 별에 존재하는 원소에 흡수되기 때문에, 별의 스펙트럼에서 흡수선이 나타난다. 별빛을 분광기로 관측하면 (나)와 같은 흡수선이 나타난다.

021 백열 전구에서 나오는 빛을 분광기로 관찰하면 색깔이 무지개 색깔로 연속적으로 나타나는데, 이를 연속 스펙트럼이라 한다. 나트륨과 같은 특정한 원소의 불꽃을 분광기로 보면 밝은 선이 나타나는데, 이러한 스펙트럼을 선 스펙트럼이라 한다.

022 후퇴 속도를 V_r, 은하까지의 거리를 r이라고 하면 $V_r=H\cdot r$ (H : 허블 상수)인 관계가 성립한다. 허블 상수의 값이 2배로

증가하면 은하의 후퇴 속도가 2배 증가한다. 또한, 후퇴 속도가 2배 증가한다면 은하 스펙트럼의 적색 편이도 2배 증가한다.
[오답피하기] ㄷ. 과거 어느 시점에 모든 은하가 한 점에 모였다가 현재의 위치에 오는 데 걸리는 시간이 우주의 나이이다. 따라서 우주의 팽창 속도가 일정하다면 거리 r을 속도 V_r로 나눈 $\frac{r}{V_r}=\frac{1}{H}$이 우주의 나이가 된다. 따라서 허블 상수가 2배 증가한다면 우주의 나이는 현재의 $\frac{1}{2}$배가 된다.

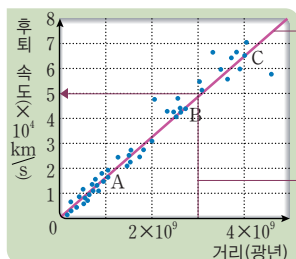
023 ㄱ, ㄴ. 빛을 내는 천체가 관측자에 접근할 때는 파장이 짧아지고, 멀어질 때는 파장이 길어진다.
[오답피하기] ㄷ. 관측자로부터 멀어지는 천체가 방출하는 빛은 파장이 길어지므로 적색 편이 현상이 나타난다.

024 ㄱ. 은하 A와 B의 선 스펙트럼에 나타난 흡수선은 모두 정지 상태일 때보다 파장이 긴 쪽(붉은색)으로 이동하여 나타난다.
ㄴ. 적색 편이가 크게 나타나는 은하일수록 후퇴 속도가 더 크다. 따라서 은하 A는 B보다 적색 편이가 크게 나타나므로 후퇴 속도가 크다.
[오답피하기] ㄷ. 우주의 팽창은 공간 자체의 팽창이기 때문에 은하들 사이의 거리가 서로 멀어지므로 우주 팽창의 중심은 없다.

025 허블 법칙 $V_r=H\cdot r$에서 허블 상수가 작아지면 은하의 후퇴 속도(V_r)가 작아진다. 은하의 후퇴 속도는 은하의 적색 편이를 측정하여 알 수 있고, 후퇴 속도가 작아진다면 외부 은하의 적색 편이가 작아질 것이다. 모든 은하의 후퇴 속도가 작아진다면 우주의 팽창 속도도 줄어들 것이다.

026 외부 은하는 우리 은하에서 멀어지고 있지만 우리 은하는 우주의 중심이 아니다. 모든 은하는 서로 멀어지고 있으며 우주는 공간 자체의 팽창이므로 우주 팽창의 중심은 없다.

자료분석 노하우

■ **허블 법칙**
• 허블의 외부 은하 적색 편이 연구 : 은하들의 적색 편이를 조사하여 은하까지의 거리(r)가 멀수록 후퇴 속도(V_r)가 빠르다는 사실을 알았다. → $V_r=H\cdot r$(H : 허블 상수)

(그래프: 가로축 거리(광년) 0, 2×10^9, 4×10^9; 세로축 후퇴 속도($\times10^4$ km/s) 1~8; 점 A, B, C)
그래프의 기울기로부터 거리와 후퇴 속도는 비례함을 알 수 있다. 그래프의 기울기 $=\frac{V_r}{r}=H$
30억 광년 거리에 있는 은하의 후퇴 속도는 약 50,000 km/s

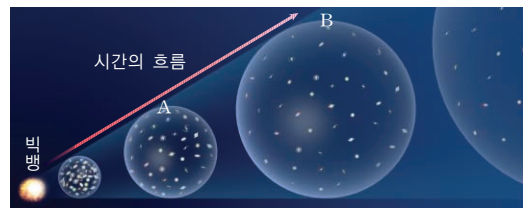
• 허블 법칙의 의미
– 은하들은 서로 멀어지고 있다.
– 우주는 팽창하고 있으며, 팽창하는 우주에는 중심이 없다.

027 그래프에 따르면 가까운 은하의 후퇴 속도는 느리고 먼 은하는 후퇴 속도가 빠르다. 즉 은하의 후퇴 속도는 은하까지의 거리에 비례한다. 따라서 외부 은하는 우리 은하에서 멀어지고 은하 사이의 거리는 점차 멀어진다. 이로부터 우주가 팽창하고 있다는 것을 알 수 있다.

028 허블 상수는 멀리 있는 외부 은하의 거리와 그 은하의 후퇴 속도의 관계를 통해 알아낸다.
[오답피하기] ② 우리 은하 내부 천체의 운동에서는 항상 적색 편이가 나타나지는 않는다.
③ 성운의 온도와 안드로메다 은하의 후퇴 속도는 관련이 없다.
④ 태양의 선 스펙트럼은 은하의 후퇴 속도와는 관련이 없다.
⑤ 행성상 성운은 우리 은하 내부에 속하는 천체로서 성운의 팽창 속도로부터 외부 은하의 후퇴 속도를 알 수는 없다.

029 어떤 은하에서 그 은하 밖의 외부 은하를 보더라도 대부분의 외부 은하들은 멀어지고 있으며, 이것은 우주의 팽창이 특별한 중심이 없는 공간 자체의 팽창임을 의미한다.
[오답피하기] ㄱ. 우주 안의 물질이 새롭게 생성되는 것이 아니므로 우주가 팽창하는 동안 우주의 밀도는 작아진다.
ㄴ. 우주가 팽창함에 따라 우주의 밀도가 작아지고 온도도 내려간다.

통합형 문제 파헤치기

■ **빅뱅 우주론과 우주 팽창**
우주는 모든 물질과 에너지가 모인 초고온 · 초고밀도의 한 점에서 급격히 팽창하였다.
• 우주의 온도 : 우주가 팽창함에 따라 온도가 낮아졌다.
• 우주의 밀도 : 우주가 팽창함에 따라 밀도가 감소하였다. ➞ 우주의 온도와 밀도가 낮아지면서 현재의 우주를 이루었다.

030 ㄱ, ㄴ. 풍선을 불면 풍선의 크기가 커지면서 풍선 표면에 표시한 모든 은하들 사이의 거리가 멀어진다. 실제 외부 은하들의 스펙트럼을 조사하면, 멀리 있는 은하일수록 적색 편이가 크게 나타난다. 이 사실로부터 외부 은하들이 우리 은하로부터 멀어지고 있으며, 우주가 팽창하고 있다는 것을 알 수 있다.
ㄷ. 우주가 팽창한다는 사실로부터 과거의 우주는 현재보다 작았다는 것을 알 수 있다. 초고온, 초고밀도의 작은 점이 폭발하여 현재와 같은 우주가 형성되었다고 보는 것이 대폭발설(빅뱅)이다.

031 ㄱ. 그래프를 보면 100Mpc 떨어져 있는 은하의 후퇴 속도는 7,000km/s이다. 그래프의 기울기가 일정하므로 10Mpc 떨어져 있는 은하의 후퇴 속도는 700km/s이다.
ㄴ. 멀리 있는 은하일수록 후퇴 속도가 빠르므로 A, B의 결과는 모두 우주가 팽창하고 있음을 알려준다.
[오답피하기] ㄷ. 그래프의 기울기는 허블 상수이고 허블 상수의 역수가 우주의 나이이므로 우주의 나이는 B가 A보다 큰 값을 얻는다.

032 은하의 거리와 후퇴 속도가 비례하는 것으로 보아 거리가 먼 은하일수록 빠른 속도로 멀어지고 있다는 것을 알 수 있다.
[오답피하기] ㄱ. 우주의 나이는 허블 상수의 역수이다.
ㄴ. 대부분의 외부 은하에서 적색 편이가 나타나며, 외부 은하까지의 거리와 적색 편이량은 비례한다. 따라서 거리가 먼 은하일수록 적색 편이량이 커진다.

033 ㄴ. 은하 A, B는 지구를 중심으로 서로 반대 방향으로 멀어지고 있기 때문에 두 은하 사이의 거리도 점점 멀어진다.
ㄷ. 지구로부터 거리가 먼 은하일수록 후퇴 속도와 적색 편이량은 크다. 은하 B는 A보다 거리가 멀기 때문에 적색 편이 정도는 B가 A보다 크다.
[오답피하기] ㄱ. 은하 A는 B보다 지구와의 거리가 가깝다. 은하의 후퇴 속도는 은하까지의 거리에 비례한다는 사실로부터 은하의 후퇴 속도는 A가 B보다 작다는 것을 알 수 있다.

034 우리 은하 뿐 아니라 다른 어떤 은하에서 관측하더라도 팽창 속도가 달라지지 않는 것은 특정한 중심 없이 공간 자체가 팽창하기 때문이다.

모범답안 우주가 팽창할 때 팽창의 중심 없이 우주 공간 자체가 팽창하여 은하 사이의 거리가 멀어지는 것이므로 어떤 은하에서 외부 은하를 관측하더라도 우주의 팽창 속도는 일정하다.

채점 기준	배점
은하 사이의 거리가 증가하는 것을 팽창의 중심 없이 우주의 공간 팽창이라는 말을 언급하여 서술한 경우	5점
팽창의 중심과 공간 팽창 중 하나를 언급하지 않고 서술한 경우	2점

내신 완성 1등급문제 pp.16~17

035 ① 036 ㉠ 10, ㉡ 2.5 037 ④ 038 ④ 039 ④ 040 ④
041 ⑤ 042 해설 참조 043 해설 참조 044 해설 참조

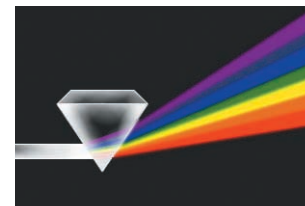
035 ㄱ. 별 A의 연주 시차가 0.1″이므로 $r(\text{pc})=\frac{1}{p''}=\frac{1}{0.1''}=$ 10pc으로부터 별 A의 거리는 10pc이다.
[오답피하기] ㄴ. 별 A는 거리가 10pc이므로 겉보기 등급과 절대 등급이 같다. 따라서 별 A의 절대 등급은 6등급이다. 별 B는 연주 시차가 0.01″이므로 거리는 100pc이다.
ㄷ. 별 B는 겉보기 등급이 별 A와 같지만 별 A보다 멀리 있기 때문에 실제로 더 밝은 별이다. 따라서 별 B가 A보다 밝다.

036 별의 밝기는 겉보기 등급과 절대 등급으로 나타낸다. 겉보기 등급은 우리 눈에 보이는 별의 밝기를 나타낸 등급으로 실제 별의 밝기를 나타내지 못한다. 절대 등급은 별이 10 pc(32.6광년)에 있다고 가정했을 때의 등급으로 별의 실제 밝기를 나타낸 등급이다. 1등급의 별은 6등급의 별보다 약 100배가 밝고, 1등급 간의 별의 밝기 차이는 약 2.5배이다.

037 A는 10pc에 있으므로 겉보기 등급과 절대 등급이 같다. B는 별 10,000개가 모여 있으므로 3등급 별 1개보다 10,000($(100)^2$)배 밝다. 100배의 밝기 차는 5등급 차이이므로 B의 밝기는 10등급 작아진 −7등급이다. C는 반지름이 10배 크므로 밝기는 100배 큰 0등급이다.

038 ㄴ. 색깔마다 굴절률이 다르기 때문에 프리즘을 통과하면서 색깔이 나누어진다. 보라색의 빛은 붉은색의 빛보다 더 많이 굴절된다.
ㄷ. 빛이 프리즘을 통과하면 빛의 파장에 따라 다르게 굴절되어 색깔의 띠가 나타난다.
[오답피하기] ㄱ. 빛이 프리즘을 통과하면 색깔이 연속적으로 분리되어 나타나는 연속 스펙트럼이 나타난다.

자료분석 노하우

■ 프리즘에 의한 분광

- 빛이 프리즘을 통과하면 파장에 따라 다르게 굴절되어 연속 스펙트럼이 나타난다.
- 붉은색보다 보라색 쪽의 빛으로 갈수록 굴절률이 크다.

039 ㄴ. (나)에서 직선의 기울기$\left(H=\frac{V}{r}\right)$는 허블 상수이다.
ㄷ. (나)의 그래프에서 은하까지의 거리가 멀수록 은하의 후퇴 속도가 빠르다는 사실을 알 수 있고, 은하의 후퇴 속도가 빠를수록 파장이 길어져 적색 편이가 크게 나타난다.
[오답피하기] ㄱ. (가)에서 정지한 은하에서 방출되는 스펙트럼과 비교할 때, 멀어지는 은하에서 방출되는 빛의 파장은 길어진다.

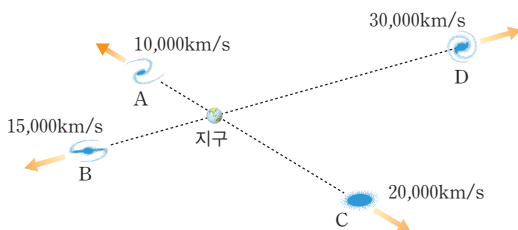
040 ㄴ. 지구로부터 먼 은하일수록 후퇴 속도가 빠르다.

ㄷ. 은하 A와 C는 서로 반대 방향으로 멀어지고 있다. 은하 C에서 볼 때 은하 A의 후퇴 속도는 10,000km/s−(−20,000km/s)=30,000km/s이다.

[오답피하기] ㄱ. 우주의 어느 지점에서 보더라도 다른 은하가 멀어지고 있으므로 우주 팽창의 중심은 없다.

통합형 문제 파헤치기

■ **은하의 후퇴 속도 측정**

- 은하의 후퇴 속도는 측정 위치(은하)에 따라 같은 은하라도 다르게 측정된다. → 우주는 특별한 중심 없이 공간 자체가 팽창하기 때문에 상대적으로 측정되기 때문이다.
- 상대 속도는 (상대방의 속도−관측자의 속도)로 구하며, 움직이는 방향이 다를 때는 속도에 '−'를 붙여 계산한다.

- 은하 A에서 C를 관측
  → 후퇴 속도 20,000km/s−(−10,000km/s)=30,000km/s
- 은하 B에서 D를 관측
  → 후퇴 속도 30,000km/s−(−15,000km/s)=45,000km/s
- 은하 C에서 A를 관측
  → 후퇴 속도 10,000km/s−(−20,000km/s)=30,000km/s
- 은하 D에서 B를 관측
  → 후퇴 속도 15,000km/s−(−30,000km/s)=45,000km/s

041 ㄷ. 모든 외부 은하들이 우리 은하에서 멀어지고 있다면 과거에는 모든 은하들이 한 점에 모여 있었고, 그 후 은하들이 팽창하여 현재의 우주를 형성하였다.

ㄹ. 과거에 우주의 팽창 속도는 시간에 따라 변하지 않았다는 가정 하에서 우주의 나이는 허블 상수의 역수가 된다.

[오답피하기] ㄱ. 우주의 나이를 구할 때는 과거에 은하들이 한 점에 모여 있었다는 가정이 필요하고, 현재 우주의 크기가 유한한지 혹은 무한한지의 여부는 중요하지 않다.

ㄴ. 우주의 팽창은 공간의 팽창이기 때문에 우리 은하를 우주 팽창의 중심이라고 볼 수는 없다.

042 **서술형 해결전략**

Step 1 문제 포인트 파악

뜨거운 백열 전구에서 나오는 빛을 분광기로 보면 연속 스펙트럼이 나타난다. 하지만 백열 전구에서 나오는 빛이 기체를 통과하면 빛이 기체에 흡수되어 흡수 스펙트럼이 되기도 하고, 기체를 가열하여 선 스펙트럼이 방출되기도 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ **스펙트럼이란?**
→ 빛을 분광기를 통해서 볼 때 여러 가지 파장으로 나누어지는 현상이다.

❷ **방출 스펙트럼이란?**
→ 뜨거운 기체에서 나오는 빛의 스펙트럼으로 물질마다 서로 다른 색깔의 띠가 나타난다.

❸ **흡수 스펙트럼이란?**
→ 빛이 저온의 기체를 통과할 때 특정한 파장의 빛이 흡수되어 연속 스펙트럼에 검은 흡수선이 나타나는 스펙트럼이다.

답안작성 키워드 방출 스펙트럼, 흡수 스펙트럼, 가열된 기체, 차가운 기체

모범답안 방출 스펙트럼은 고온으로 가열된 기체로부터 나오는 빛에서 관찰되고, 흡수 스펙트럼은 빛이 차가운 기체를 통과한 후의 빛에서 관찰된다.

유사답안 방출 스펙트럼은 뜨거운 물질에 의해 가열된 기체에서 방출되는 스펙트럼으로 밝은색의 색깔의 띠가 나타난다. 흡수 스펙트럼은 빛이 차가운 기체를 통과할 때 특정한 파장의 빛이 흡수되어 검은색의 흡수선이 나타나는 스펙트럼이다.

채점 기준	배점
방출 스펙트럼과 흡수 스펙트럼을 모두 옳게 서술한 경우	7점
방출 스펙트럼과 흡수 스펙트럼 중 하나만 옳게 서술한 경우	3점

043 **서술형 해결전략**

Step 1 문제 포인트 파악

태양에서 방출되는 빛은 태양의 대기를 통과하여 우리에게 도달한다. 대기를 통과하는 동안 빛이 흡수되어 태양의 스펙트럼에는 흡수 스펙트럼이 나타난다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ **태양 광선의 분리**
→ 태양 광선을 분광기를 통해서 보면 빛이 무지개 색깔로 나누어지는 스펙트럼을 볼 수 있다.

❷ **태양의 스펙트럼**
→ 태양의 스펙트럼은 연속 스펙트럼에 수많은 흡수선이 분포한다. 흡수선은 태양 대기에서 흡수된 파장의 빛이다.

답안작성 키워드 흡수 스펙트럼, 태양 대기

모범답안 태양의 스펙트럼은 연속 스펙트럼에 수많은 흡수선이 나타나는 흡수 스펙트럼이다. 태양 대기에는 여러 가지 기체가 섞여 있는데, 흡수 스펙트럼을 통해서 혼합된 기체의 성분과 농도를 알아낼 수 있다.

유사답안 태양 광선을 분광기로 보면 수많은 흡수선이 나타나는 흡수 스펙트럼이 나타난다. 흡수선은 태양 대기의 기체에서 흡수된 파장의 빛이다. 기체마다 원자 구조가 다르기 때문에 흡수하는 파장의 빛이 다르다. 흡수선의 위치를 분석하여 대기를 구성하는 성분을 알 수 있다.

채점 기준	배점
태양의 스펙트럼의 종류를 쓰고, 이를 이용하여 알 수 있는 사실을 옳게 서술한 경우	7점
태양의 스펙트럼이 흡수 스펙트럼이라는 것만 서술한 경우	3점

044 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

외부 은하의 후퇴 속도와 외부 은하까지의 거리가 비례한다는 사실로부터 외부 은하까지의 거리를 계산할 수 있음을 파악하는 문제이다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 적색 편이
→ 별빛의 파장이 붉은색 쪽으로 치우치는 현상이다.
❷ 후퇴 속도
→ 허블의 관측 결과 대부분의 은하가 우리 은하에서 멀어지는 것으로 나타나는데, 은하들이 멀어지는 속도를 후퇴 속도라 한다.

답안작성 키워드 후퇴 속도와 거리가 비례, 허블 상수

모범답안 허블은 안드로메다 은하를 비롯한 외부 은하들의 스펙트럼을 조사한 결과, 모든 외부 은하가 멀어지고 있으며 거리가 먼 은하일수록 후퇴 속도가 빠르다는 것을 알아내었다. 이 결과로 은하의 후퇴 속도와 은하까지의 거리가 비례한다는 허블 법칙을 발견하였다. 외부 은하의 적색 편이량을 관측하여 은하의 후퇴 속도를 알면 허블 법칙으로부터 은하까지의 거리를 계산할 수 있다.

유사답안 허블의 관측 결과 멀어지는 은하가 방출한 빛의 파장은 길어져 적색 편이가 나타난다. 이것은 후퇴 속도가 빠를수록 파장이 더 길어져 적색 편이가 더욱 크게 나타나기 때문이다. 이와 같이 은하의 후퇴 속도(V)와 거리(r)는 비례하는데 $V_r = H \cdot r$이라고 쓸 수 있다. 이 식에서 직선의 기울기$\left(H = \frac{V_r}{r}\right)$는 허블 상수이다. 허블 법칙으로부터 터 $r = \frac{V_r}{H}$라고 쓸 수 있고, 이 식을 이용하여 은하까지의 거리를 계산할 수 있다.

채점 기준	배점
후퇴 속도와 거리가 비례한다는 허블 법칙에 대해 설명하고, 허블 상수와 함께 서술한 경우	8점
후퇴 속도와 거리가 비례한다는 허블 법칙에 대해서만 서술한 경우	4점

02 | 우주의 탄생과 원자의 형성

핵심 문제로 **개념 마무리** p.20

045 (1) × (2) ○ (3) ○ **046** (1) 쿼크 (2) 3 : 1 (3) 흡수, 방출 **047** A : 중성자, B : 양성자, C : 전자 **048** b, c, a

045 (1) 양성자와 중성자는 3개의 쿼크가 결합하여 이루어진 입자이다.
(2) 우주 초기의 핵반응으로 헬륨이 합성되었다. 헬륨보다 무거운 입자는 별 내부의 핵반응으로 생성되었다.
(3) 원자 속의 전자는 특정한 종류의 불연속적인 에너지 구조를 가진다.

046 (1) 원자핵의 양성자와 중성자는 쿼크로 이루어져 있고 쿼크들 사이에는 강한 힘이 작용한다.
(2) 빅뱅 이후 3분이 지났을 때 헬륨 원자핵이 합성되었으며, 이때 우주의 수소와 헬륨 원자핵의 질량비는 3 : 1이다.
(3) 전자가 높은 에너지 상태로 이동하면 빛이 흡수되고, 전자가 낮은 에너지 상태로 이동할 때 빛이 방출된다.

047 삼중 수소 원자핵은 1개의 양성자와 2개의 중성자로 이루어지며, C는 원자핵 주위의 전자이다.

048 원자 속의 전자는 연속적인 에너지 상태를 가지는 것이 아니라 특정한 종류의 에너지만을 가지는데, 전자의 에너지 상태가 바뀌면서 빛을 흡수하거나 방출한다. 그림은 전자가 낮은 에너지 상태로 이동하여 빛이 방출되는 경우이다. 방출되는 빛의 에너지량은 전자의 에너지 차이와 같다. 빛 a, b, c의 에너지는 각각 2, 6, 4이다.

내신 분석 기출문제 pp.21~27

049 ④ **050** 해설 참조 **051** 위 쿼크 : $+\frac{2}{3}$, 아래 쿼크 : $-\frac{1}{3}$
052 ② **053** ③ **054** ⑤ **055** ② **056** A : 양성자, B : 중성자, C : 중수소 원자핵, 핵융합 반응 **057** ① **058** ① **059** ② **060** ③
061 ② **062** ① **063** ⑤ **064** C → A → D → B **065** ⑤
066 ③ **067** ④ **068** ② **069** E **070** 해설 참조 **071** ⑤
072 ④ **073** ③ **074** ④ **075** ⑤ **076** ④ **077** ⑤ **078** ④
079 ① **080** ③ **081** ④ **082** 해설 참조 **083** 우주의 구조 형성
084 ⑤ **085** ③

049 ㄱ. 물질을 구성하는 입자 중에서 더 이상 나눌 수 없는 입자를 기본 입자라고 한다. 물질을 구성하는 기본 입자에는 쿼크와 렙톤(경입자)이 있다.
ㄴ. 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있다. 양성자와 중성자는 강한 핵력(강한 상호 작용)으로 결합되어 있다.
[오답피하기] ㄷ. 쿼크에는 위 쿼크와 아래 쿼크가 있다. 양성자는 2개의 위 쿼크와 1개의 아래 쿼크(uud)로 구성되어 있다.

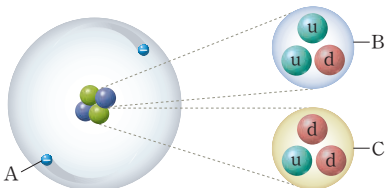
050 모범답안 양성자는 두 개의 위 쿼크와 하나의 아래 쿼크(uud)로, 중성자는 두 개의 아래 쿼크와 하나의 위 쿼크(udd)로 이루어져 있다.

채점 기준	배점
양성자와 중성자 모두 쿼크의 종류와 개수를 옳게 서술한 경우	5점
양성자와 중성자 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	2점

051 위 쿼크(u)의 전하량을 x, 아래 쿼크(d)의 전하량을 y라 두고 연립 방정식을 만들어 구할 수 있다. 양성자는 uud로 이루어져 있고 전하량이 $+1$이다. 중성자는 udd로 이루어져 있고 전하량이 0이다. 양성자의 전하량 관계식은 $2x+y=1$, 중성자의 전하량 관계식은 $x+2y=0$으로 나타낼 수 있으므로 두 식을 연립하여 풀면 $x=+\frac{2}{3}$, $y=-\frac{1}{3}$이다.

052 ㄷ. C는 중성자로 1개의 위 쿼크와 2개의 아래 쿼크로 이루어져 있다.
[오답피하기] ㄱ. 위 쿼크(u)의 전하량은 $+\frac{2}{3}$이고, 아래 쿼크(d)의 전하량은 $-\frac{1}{3}$이다.
ㄴ. A는 전자로 전하량은 -1이고, B는 위 쿼크 2개와 아래 쿼크 1개로 이루어진 양성자로 전하량은 1이다.

자료분석 노하우

■ **헬륨 원자의 구조**
• 헬륨 원자핵은 2개의 양성자와 2개의 중성자로 이루어져 있고, 원자핵 주위를 2개의 전자가 돌고 있다.
• 양성자는 두 개의 위 쿼크와 하나의 아래 쿼크(uud)로, 중성자는 두 개의 아래 쿼크와 하나의 위 쿼크(udd)로 이루어져 있다.
• u의 전하량은 $+\frac{2}{3}$, d의 전하량은 $-\frac{1}{3}$이다. 따라서 양성자는 $+1$의 전하를 띠고 있고 중성자의 전하는 0이다.
• 양성자 내의 쿼크를 결합시키는 힘은 강한 상호 작용(강한 힘)이다.

053 양성자는 (+)전하를 띠고, 전자는 (−)전하를 띠므로 전하가 서로 반대이고, 전자의 질량은 원자핵에 비하여 매우 극미량으로 원자핵 질량의 약 2천 분의 1이다.

054 ㄱ. 양성자의 수는 같고 중성자의 수가 다른 원소를 동위 원소라 한다. A와 B는 동위 원소이다.
ㄴ. 원자의 질량은 양성자 수와 중성자 수의 합과 같으므로 질량이 가장 큰 것은 C이다.
ㄷ. 양성자의 전하량은 $+1$이고 중성자는 0이므로, 원자핵의 전하량이 가장 큰 것은 양성자의 수가 가장 많은 C이다.

055 (가)는 중수소 원자핵으로 양성자 1개와 중성자 1개로 이루어져 있다. (나)는 헬륨 원자핵으로 양성자와 중성자가 각각 2개로 이루어져 있고, 양성자와 중성자의 질량은 거의 같으므로 (나)는 (가)보다 질량이 약 2배 크다.
[오답피하기] ㄱ. (가)에는 양성자 1개, (나)에는 양성자가 2개 포함되어 있다. 따라서 전하량은 (나)가 (가)의 2배이다.
ㄷ. (가)는 중수소 원자핵으로 불안정하여 다시 양성자와 중성자로 분해되기도 한다. (나)는 헬륨 원자핵으로 자연계에서 가장 안정한 원자핵 중 하나이다.

통합형 문제 파헤치기

■ **수소와 헬륨의 동위 원소**
① 중수소 원자핵 : 양성자 1개와 중성자 1개로 구성된 수소의 동위 원소로 수소보다 무겁다.
② 삼중 수소 원자핵 : 양성자 1개와 중성자 2개로 이루어진 수소의 동위 원소이다.
③ 헬륨 3 원자핵 : 양성자 2개와 중성자 1개로 구성된 헬륨 동위 원소이다.
④ 헬륨 원자핵 : 양성자 2개와 중성자 2개로 구성된 원소이다.

056 A와 B는 각각 양성자와 중성자이고, C는 중수소 원자핵이다. 이와 같은 반응은 우주 초기에 일어난 핵융합 반응이다.

057 ① 중수소 원자핵과 양성자가 결합하는 힘은 강한 힘이다. 강한 힘은 원자핵 속에 있는 양성자와 중성자들을 묶어 주는 힘으로 기본 힘 중 가장 강하다.
[오답피하기] ②, ⑤ 헬륨 원자핵은 두 개의 중성자와 두 개의 양성자로 이루어져 있다. 헬륨 3 원자핵이 중성자와 결합하면 헬륨 원자핵이 된다.
③ 헬륨 3 원자핵은 2개의 양성자와 1개의 중성자로 이루어져 있으며, 중수소 원자핵이 양성자와 결합하여 생성된다.
④ 중수소 원자핵은 1개의 양성자와 1개의 중성자로 이루어져

있다.

058 ㄱ. 물질을 이루는 기본 단위는 원자이다.
[오답피하기] ㄴ. 양성자는 위 쿼크 2개와 아래 쿼크 1개로 구성되어 있다. 위 쿼크의 전하량은 $+\frac{2}{3}$이고, 아래 쿼크의 전하량은 $-\frac{1}{3}$이다. 양성자를 이루는 세 쿼크의 전하량의 합은 $+1$이다
ㄷ. 원자핵을 이루는 양성자 수와 중성자 수는 항상 같지 않다.

오개념 피하는 노하우

■ **물질의 구성 단위**
물질을 쪼개면 원자라는 작은 단위로 나누어 진다. 원자도 내부를 들여다보면 원자핵과 그 주위의 전자가 있다. 또한, 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있고, 양성자와 중성자도 쿼크라는 더 작은 기본 입자로 구성되어 있다. 초기 우주는 매우 고온이기 때문에 쿼크나 경입자로 이루어져 있고, 시간이 지남에 따라 우주가 냉각되어 원자가 형성되고 물질을 이루게 되었다.

059 자연계에 존재하는 4가지 힘은 중력, 전자기력, 강한 힘, 약한 힘이다.
[오답피하기] ㄷ, ㄹ. 원심력은 회전 운동할 때 발생하는 힘이고, 마찰력은 접촉한 두 물체 사이에 발생하는 힘이다.

060 우주 내에서 가장 강한 힘은 쿼크 사이에 작용하는 강한 힘이다.
[오답피하기] ① 쿼크를 묶어두는 힘인 강한 힘은 우주 내에서 가장 강한 힘이다.
② 중력은 가장 먼저 분리된 힘으로 작용 범위는 무한대이고, 거리가 멀어질수록 힘의 크기는 줄어든다.
④ 원자핵과 전자 사이에 작용하는 힘은 전자기력이다.
⑤ 우주 초기에 매우 고온에서 서로 구분되지 않던 힘은 시간이 지나면서 중력, 강한 힘이 차례로 분리되었고, 전자기력, 약한 힘이 나중에 분리되었다.

061 우주가 투명해진 시기는 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 형성된 시기로서 우주 탄생 38만 년 후이다.

062 빅뱅 이후 우주가 계속해서 팽창하였지만 새로운 물질이 계속해서 생겨난 것은 아니다.
[오답피하기] ② 초기 우주는 매우 고온 상태이기 때문에 물질을 구성하는 모든 물질은 기본적인 입자로 존재하고 있었다.
③ 초기 우주의 매우 높은 온도와 밀도 상태는 현재 입자 가속기에서 재현할 수 있다.
④ 우주는 극도의 높은 온도와 밀도에서 시작하였고, 팽창함에 따라 온도와 밀도가 낮아지면서 현재의 우주를 형성하였다.
⑤ 현재 우주의 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1인데, 이것은 우주 초기의 핵융합 반응의 결과이다.

오개념 피하는 노하우

우주가 팽창하면서 우주 공간에 새로운 물질이 계속 생겨난다는 것은 정상 우주론의 주장이다. 정상 우주론에 의하면 새로운 물질이 우주가 팽창하면서 계속 생겨나기 때문에 우주의 모습은 변하지 않는다고 주장한다. 빅뱅 우주론에서는 새로운 물질이 생겨나는 것이 아니기 때문에 우주가 팽창함에 따라 우주의 밀도는 작아진다.

063 ㄱ. 우주 탄생 3분 후 양성자와 중성자의 핵융합 반응으로 수소와 헬륨 원자핵이 생성되었다. (가)는 원자핵이다.
ㄴ. 우주 탄생 38만 년 후 원자핵과 전자가 전자기력으로 결합하여 원자를 이룬다(A 과정). 전자가 원자핵과 결합하면서 빛은 전자와 충돌하지 않고 직진할 수 있게 되면서 우주 배경 복사가 발생한다.
ㄷ. 우주 탄생 후 우주가 팽창하면서 우주의 온도는 점점 낮아진다.

064 빅뱅 직후에 기본 입자인 쿼크와 경입자가 탄생하였고, 쿼크들이 결합하여 양성자와 중성자를 형성하였다. 이후 중수소 원자핵을 거쳐 헬륨 원자핵이 생성되었다.

065 ㄱ. 우주 초기에 쿼크가 결합하여 양성자와 중성자가 만들어졌고, 그 후 양성자와 중성자가 핵융합하여 중수소 원자핵이 만들어졌다.
ㄴ. 양성자는 위 쿼크 2개와 아래 쿼크 1개로 구성되어 있다.
ㄷ. 원자핵을 구성하고 있는 양성자와 중성자 사이에는 강한 핵력이 작용한다.

066 빅뱅 이후 우주 초기에는 자연계의 4가지 힘이 혼합되어 있었다. 우주가 팽창하고 냉각되면서 4가지 힘이 차례로 분리되었다. 또한, 우주 초기의 물질은 쿼크, 전자와 같은 기본 입자로 구성되어 있었다. 우주가 냉각되면서 3개의 쿼크가 결합하여 양성자와 중성자가 형성되었다.
[오답피하기] ㄴ. 우주 초기의 핵융합 반응의 결과 생성된 원자핵은 헬륨 원자핵이다. 무거운 원소들은 우주에 별이 생성된 이후에 질량이 큰 별의 내부에서 생성되었다.
ㄷ. 우주 탄생 후 약 3분이 지났을 때는 헬륨 원자핵이 생성된 시기로 이때 양성자의 수가 중성자의 수보다 많았다.

067 ㄴ. 원자는 (+)전하를 띤 원자핵과 (−)전하를 띤 전자로 구성되며, 전자와 원자핵은 전자기력으로 결합되어 있다.
ㄷ. 우주 탄생 약 38만 년 후 우주의 온도는 약 3,000K였으며, 이 때 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 형성되었다.
[오답피하기] ㄱ. 헬륨 원자보다 무거운 원소는 별 내부의 핵융합 반응을 통해 생성된다.

068 빅뱅 후 약 3분이 지났을 때 핵융합 반응으로 헬륨 원자핵이 형성되었다. 이 시기에 중성자는 양성자로 붕괴하여 우주에는 양

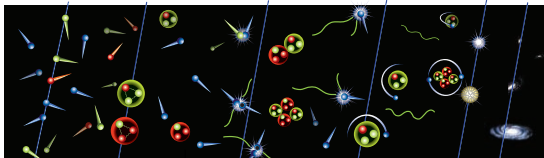
성자 수가 중성자 수보다 많아졌다.

[오답피하기] ㄴ. 쿼크가 독립된 입자로 존재한 시기는 핵융합 반응이 일어나기 훨씬 이전으로 매우 높은 에너지 상태에서 경입자와 빛이 존재하였다.

ㄹ. 우주가 투명해지고 빛이 전자의 방해를 받지 않고 직진한 시기는 원자가 형성된 우주 탄생 후 약 38만 년이 지났을 때이다.

069 우주 탄생 이후 갇혀 있던 빛이 원자가 형성되면서 전자의 방해를 받지 않고 직진하게 되었고, 이 빛은 현재 우주 배경 복사로 관측된다.

자료분석 노하우

■ 우주를 구성하는 입자의 변화

- A : 폭발에서 생겨난 물질로부터 6개의 쿼크와 6개의 경입자 형성
- B : 쿼크의 결합으로 양성자, 중성자 형성
- C : 중성자의 붕괴로 양성자가 많아짐
- D : 중수소 원자핵의 형성, 헬륨 원자핵의 형성(빅뱅 후 3분)
- E : 전자와 원자핵의 결합으로 원자 형성(빅뱅 후 38만 년)
- F : 수소와 헬륨의 중력 수축으로 별과 은하 형성

070 그림 A는 원자가 형성되기 전의 우주로서, 수소 원자핵, 헬륨 원자핵, 전자가 각각 독립적으로 존재한다. 우주 탄생 후 38만 년이 되었을 때, 우주의 온도가 약 3,000K로 낮아지고, 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 형성되었다. 우주 탄생 후 전자와의 충돌로 직진하지 못하던 빛이 전자가 원자핵과 결합함으로서 비로소 직진할 수 있게 되었고, 이것이 우주 배경 복사로 관측된다.

모범답안 우주 탄생 후 38만 년이 되었을 때, 온도는 3,000K로 낮아졌고, 이때 빛의 직진을 방해하던 전자가 원자핵과 결합하여 원자를 형성하면서 빛의 직진이 가능하게 되었다.

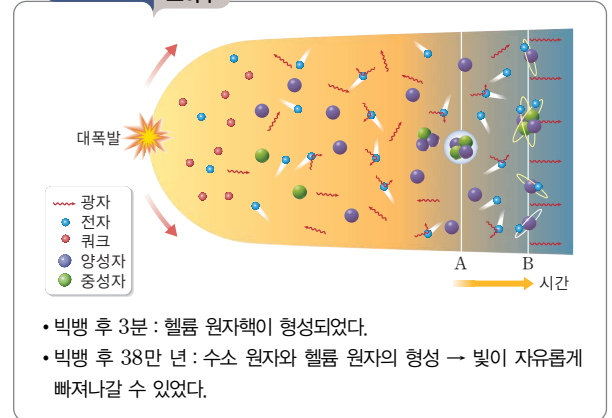
채점 기준	배점
우주의 나이, 온도, 원자가 형성되면서 빛이 직진하게 된 이유를 모두 서술한 경우	5점
우주의 나이와 온도만 기술하고 빛이 직진하게 된 이유를 서술하지 못한 경우	2점

071 ㄱ. 빅뱅 이후 우주는 팽창하면서 온도가 낮아졌으므로 우주의 온도는 A 시기가 B 시기보다 높았다.

ㄴ. A 시기에는 양성자와 중성자가 결합하여 헬륨 원자핵이 형성되었다.

ㄷ. B 시기에는 전자가 원자핵 주위에 붙잡혀 원자가 형성되었으므로 빛이 직진하여 우주가 투명해지기 시작했다.

자료분석 노하우

- 빅뱅 후 3분 : 헬륨 원자핵이 형성되었다.
- 빅뱅 후 38만 년 : 수소 원자와 헬륨 원자의 형성 → 빛이 자유롭게 빠져나갈 수 있었다.

072 ㄴ. 원자 내부의 전자는 원자핵과 전자기력으로 결합되어 있다. 원자핵에서 먼 궤도일수록 전자의 에너지가 높다.

ㄷ. B 궤도 전자의 에너지 상태는 A 궤도 전자의 에너지 상태보다 높다. A의 전자가 B로 이동하려면 에너지를 흡수해야 한다.

[오답피하기] ㄱ. 전자는 원자핵 주위에 특정한 에너지를 가진 궤도를 따라 움직이고 있다.

073 ㄱ. 전자의 에너지는 연속적으로 모든 값을 가지지 않고 계단과 같이 불연속적인 값을 가진다.

ㄷ. 선 스펙트럼의 불연속적인 선들은 전자가 에너지 상태를 바꿀때 빛이 방출되거나 흡수되기 때문에 나타난다.

[오답피하기] ㄴ. 수소 원자의 전자 에너지 준위는 불연속적으로 분포한다. 선 스펙트럼은 전자가 에너지 상태를 바꿀 때 나타나므로, 수소에서 방출되는 선 스펙트럼은 불연속적으로 나타난다.

074 원소는 원소마다의 고유한 전자 에너지 구조에 따르는 선 스펙트럼을 방출한다.

[오답피하기] ① 원자들은 에너지 구조가 불연속적이므로 불연속적인 파장의 빛을 방출한다.

② 원자 내부 구조의 안정성은 원자가 방출하는 빛의 파장과는 관련이 없다.

③ 스펙트럼의 파장은 전자의 에너지 준위 차이에 의해 결정된다.

⑤ 선 스펙트럼은 전자와 원자핵 사이의 결합력의 세기에 따라 결정되는 것이 아니라 전자의 불연속적인 에너지 준위에 의해 달라진다.

075 선 스펙트럼에 나타나는 특정 파장은 전자가 에너지 상태를 바꾸면서 나오는 빛이다. 선 스펙트럼에 특정한 파장의 빛만 나타나는 이유는 전자가 가지는 에너지가 불연속적이기 때문이다.

076 ㄴ. B 시기에는 원자가 형성되면서 우주에 갇혀 있던 빛이 직

진할 수 있게 되었고, 이 시기의 빛은 현재 우주 배경 복사로 나타난다.
ㄷ. C 시기에는 별과 은하가 형성되었다. 또한 우주 초기 물질의 미세한 불균일성으로부터 별과 은하가 생겼다.
[오답피하기] ㄱ. A 시기는 원자핵이 형성된 시기로 양성자의 수가 중성자 수보다 많았다.

077 ㄱ. 코비 위성은 우주 공간 어느 방향에서나 3K 흑체에서 방출하는 우주 배경 복사를 검출하였다. 곡선은 3K 흑체 복사 곡선으로 코비 위성이 관측한 값과 정확히 일치한다.
ㄴ. 빅뱅 이후 우주 배경 복사 온도는 감소하여 현재의 배경 복사 온도인 3K로 낮아졌다.
ㄷ. 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론에서 예측한 값과 일치한다. 따라서 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론을 뒷받침하는 증거가 된다.

078 우주 탄생 38만 년 후 원자핵과 전자가 결합하여 원자를 형성하였다. 우주가 팽창되고 냉각되었을 때 원자가 형성되어 빛이 사방으로 직진하기 시작하였고 우주는 맑게 갠 하늘처럼 투명한 우주로 바뀌었다. 이 빛이 우주 배경 복사이다.
[오답피하기] ① 빅뱅이 일어난 직후 쿼크가 형성되기 전의 우주에는 에너지만 있었다.
②, ③ 우주의 온도가 내려가면서 쿼크가 모여 양성자와 중성자가 형성되었고, 양성자와 중성자가 모여 원자핵이 형성되었다.
⑤ 성간 물질이 수축하여 최초의 별이 형성된 것은 우주 탄생 후 약 10억 년 이후이다.

079 ㄱ. 우주 배경 복사와 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비 (3 : 1)는 백뱅 우주론을 뒷받침하는 증거이다.
ㄴ. 외부 은하까지의 거리와 은하의 후퇴 속도는 비례 관계이다. 이로부터 외부 은하까지의 거리가 멀수록 더 빠르게 멀어진다는 것을 알 수 있다.
[오답피하기] ㄷ. 우주에 존재하는 4가지 힘 중에서 성운이 수축하여 별이 형성될 때 작용하는 힘은 중력이다.
ㄹ. 빅뱅 이후 생성된 입자는 쿼크, 양성자와 중성자, 헬륨 원자핵의 순서로 생성되었다.

080 ㄱ. 우주가 빅뱅에 의해 시작되고, 이때 생겨난 빛은 원자가 형성되기 전에는 전자와의 수많은 충돌에 의해 갇혀 있었다. 원자핵과 전자가 결합하여 원자가 형성되면서 갇혀 있던 빛은 사방으로 직진하기 시작하였고, 우주가 팽창하면서 온도가 낮아져 현재 약 3K의 우주 배경 복사로 관측된다.
ㄹ. 빅뱅으로 우주가 시작되고, 우주 초기의 핵융합 반응의 결과 중수소 원자핵이 2가지 과정을 통해 헬륨 원자핵을 형성하였다. 현재 우주 안에 있는 원소는 대부분 수소와 헬륨인데 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1로, 이 질량비는 우주 초기에 핵융합 반응으로 결정된 것과 거의 일치한다.
[오답피하기] ㄴ. 구상 성단의 공간 분포는 은하 내부의 별의 분포와 관련이 있지만 빅뱅 우주론과 직접적인 관련은 없다.
ㄷ. 초신성과 중성자별은 질량이 큰 별이 진화할 때, 마지막 단계에 이르러서 나타나는 별로, 빅뱅 우주론과 직접적인 관련이 없다.

081 ㄴ. 우주 배경 복사의 파장은 우주의 온도가 내려가면서 길어졌으므로 우주 배경 복사의 파장은 적색 편이되었다.
ㄷ. 우주 초기에서 현재로 오면서 우주 배경 복사의 온도는 점차 내려가서 현재 약 3K인 물체의 복사 에너지 분포를 보인다.
[오답피하기] ㄱ. 우주 초기 우주 배경 복사의 온도는 3,000K이고 현재는 약 3K이므로 우주 배경 복사의 온도는 감소하였다.

082 우주가 팽창하면서 우주의 온도가 낮아지고, 우주 배경 복사 에너지의 파장은 길어진다. 우주 초기에 3,000K이었던 우주 배경 복사는 현재 3K으로 낮아졌고, 파장이 길어져 적색 편이되었다.
모범답안 우주의 온도가 낮아지고, 우주 배경 복사 에너지의 파장은 길어진다.

채점 기준	배점
우주의 온도와 우주 배경 복사의 파장에 대해 모두 옳게 서술한 경우	6점
온도와 파장 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	3점

083 우주 배경 복사를 관측해보면 빅뱅 우주론에서 예상한 절대 온도 약 3K인 물체의 에너지 분포와 일치한다. 에너지 분포를 살펴보면 복사의 온도에 약 10만 분의 1의 불균일성을 보이고 있다. 이것이 우주 물질 분포의 불균일성을 말하는 것으로, 이로부터 현재 우리가 알고 있는 별과 은하 등 우주 구조의 형성으로 이어졌다.

084 ㄱ. 빅뱅 우주론에서는 빅뱅 후 원자가 형성되는 과정에서 물질과 분리되어 나온 빛이 현재에도 우주에 남아있을 것이라고 주장하였다. 그 증거가 우주 배경 복사이다.
ㄴ. 우주 배경 복사는 우주의 팽창과 함께 공간에 퍼져나갔으므로 우주의 모든 방향에서 관측 가능하다.
ㄷ. 우주 배경 복사의 미세한 온도 차이는 초기 우주의 불균일한 물질 분포를 의미하고, 물질 분포의 불균일은 현재의 별과 은하를 형성하였다.

085 빅뱅 이후 우주를 꽉 채운 전자의 방해로 직진하지 못하던 빛은 전자가 원자핵과 결합하여 원자를 형성한 후 직진하기 시작하였다. 이 빛은 우주 배경 복사로 관측되며, 빅뱅 우주론을 뒷받침하는 증거가 된다.
[오답피하기] 우주 배경 복사는 펜지어스와 윌슨의 마이크로파 관측을 통하여 최초로 확인되었다.

내신 완성 1등급문제 pp.28~29

086 ④ **087** ⑤ **088** ③ **089** ⑤ **090** ④ **091** ④ **092** 해설 참조 **093** 해설 참조 **094** 해설 참조

086 ㄴ. 원자핵과 전자 사이에 작용하는 힘은 전기력이다.
ㄷ. 중성자가 양성자로, 양성자가 중성자로 붕괴될 때 작용하는 힘은 약한 힘이다.
[오답피하기] ㄱ. 강한 힘과 약한 힘은 원자핵 내의 매우 좁은 범위에서 작용한다. 중력은 매우 먼 거리에서도 작용하는 힘이다.

087 ㄱ. (가)는 위 쿼크(u) 2개와 아래 쿼크(d) 1개로 이루어진 양성자이다. 양성자의 상대 전하량은 $\left(+\frac{2}{3}\right)+\left(+\frac{2}{3}\right)+\left(-\frac{1}{3}\right)=+1$이다.
ㄴ. (나)는 위 쿼크(u) 1개와 아래 쿼크(d) 2개로 이루어진 중성자이다. 중성자의 상대 전하량은 $\left(+\frac{2}{3}\right)+\left(-\frac{1}{3}\right)+\left(-\frac{1}{3}\right)=0$이다.
ㄷ. 쿼크를 결합시키는 힘은 강한 힘(강한 핵력)이다.

088 ㄱ. A와 B는 양성자 수는 모두 1개로 같지만 중성자 수가 각각 0개와 1개로 다르므로 동위 원소이다.
ㄴ. B는 양성자 수가 1개이고 전자의 수도 1개이므로 전기적으로 중성이다.
[오답피하기] ㄷ. A는 양성자의 수가 1개이고, C는 양성자와 중성자의 수가 각각 2개이므로 C의 질량은 A의 4배이다.

089 ㄱ. A는 전자로 초기 우주에서 쿼크와 함께 형성된 경입자이다.
ㄴ, ㄷ. 빅뱅 이후 초기 우주는 팽창하였다. 초기 우주가 팽창하면서 온도가 낮아짐에 따라 보다 무거운 입자들이 만들어지기 시작하였다.

090 빅뱅 후 우주의 온도가 약 3,000K였을 때 방출되었던 복사가 우주의 팽창으로 냉각되어 현재 3K 복사로 관측된다. 3K 흑체에서 방출되는 전파는 파장 약 7cm인 전파인데, 이를 우주 배경 복사라고 하며 공간 분포에 따라 미세한 온도의 차이가 나타난다.

자료분석 노하우

■ **우주 배경 복사의 적색 편이**
- 우주 탄생 38만 년 후에 나타난 우주 배경 복사 : 온도 3,000K의 흑체 복사
- 현재 관측되는 우주 배경 복사 : 우주의 팽창으로 온도 3K의 흑체 복사로 적색 편이되었다.

091 (가)는 1989년에 쏘아올린 위성 COBE(코비)의 관측이고, (나)는 2001년에 쏘아올린 위성 WMAP(더블류 맵)의 관측이다. 2001년에는 관측 장비의 발달로 더욱 세밀한 불균일성을 알아낼 수 있었다.

092 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악
우주 초기의 핵융합 반응 과정에 대해 이해하고, 그 결과 생성된 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비를 계산하는 문제이다.

Step 2 관련 개념 모으기
❶ **우주 초기 핵융합 반응으로 생성된 원소는?**
➞ 초기 우주를 구성하던 양성자와 중성자가 핵융합하여 헬륨 원자핵이 생성되었고, 남아 있던 양성자가 수소 원자핵을 형성하였다.
❷ **수소와 헬륨 원자핵을 구성하는 입자는 무엇인가?**
➞ 수소 원자핵은 양성자 1개로 이루어져 있고, 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개로 구성되어 있다.

답안작성 키워드 양성자와 중성자의 개수비, 양성자 2개와 중성자 2개가 헬륨 원자핵을 이룸

모범답안 우주 초기에 일어난 핵융합 반응의 결과 우주 초기에 만들어진 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 개수비는 12 : 1이다. 헬륨 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어져 있으므로, 헬륨 원자핵의 질량은 수소 원자핵의 질량보다 4배 무겁다. 따라서 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비는 3 : 1이다.

채점 기준	배점
우주 초기의 핵융합 반응 과정을 설명하고 그 결과로 수소 원자핵과 헬륨 원자핵의 질량비를 서술한 경우	8점
우주 초기 핵융합 반응 과정만 서술한 경우	4점

093 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악
스펙트럼은 전자가 에너지 상태를 바꿀 때 나오는 빛으로, 전자가 불연속적인 에너지를 가지기 때문에 스펙트럼도 특정한 파장에서만 나타난다.

Step 2 관련 개념 모으기
❶ **스펙트럼이란?**
➞ 전자가 에너지 상태를 바꿀 때 흡수하거나 방출하는 빛이다.
❷ **전자의 에너지는 어떻게 분포하는가?**
➞ 전자의 에너지는 연속적인 분포를 보이는 것이 아니라 계단과 같이 불연속적으로 분포한다.

답안작성 키워드 흡수 스펙트럼, 방출 스펙트럼, 전자의 에너지 상태

모범답안 전자는 불연속적인 에너지 구조를 가지는데 전자의 에너지 상태가 바뀌면 빛을 흡수하거나 방출한다. 전자가 높은 에너지 상태로 이동하여 빛이 흡수되는 경우 흡수 스펙트럼이 나타나고, 전자가 낮은 에너지 상태로 이동하여 빛이 방출되는 경우 방출 스펙트럼이 나타난다.

유사답안 흡수 스펙트럼은 저온의 기체가 빛을 흡수하여 전자가 에너지가 높은 상태로 이동하는 경우 나타나고, 방출 스펙트럼은 뜨거운 기체에서 빛이 방출되는 경우 전자가 낮은 에너지 상태로 이동할 때 나타난다.

채점 기준	배점
흡수 스펙트럼과 방출 스펙트럼의 형성 과정을 전자의 에너지 구조와 관련지어 옳게 서술한 경우	7점
흡수 스펙트럼과 방출 스펙트럼 중 한 가지의 형성 과정을 전자의 에너지와 관련지어 옳게 서술한 경우	3점

094 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

전자는 불연속적 에너지 분포를 보이므로 스펙트럼에서는 특정한 파장의 빛만 나타난다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 전자의 에너지 구조는?
→ 전자는 연속적인 에너지 상태를 가지는 것이 아니라 특정한 종류의 에너지만을 가진다.

❷ 스펙트럼에서 특정한 파장의 빛만 나타나는 이유는?
→ 전자의 에너지 상태가 바뀌면 빛을 흡수하거나 방출한다. 전자의 에너지가 불연속적으로 분포하기 때문에 스펙트럼의 파장도 불연속적으로 나타난다.

답안작성 키워드 전자의 불연속적인 에너지 구조

모범답안 전자는 연속적인 에너지 상태를 가지는 것이 아니라 불연속적인 에너지 구조를 가진다. 전자의 에너지 상태가 바뀔 때 스펙트럼에 특정한 파장의 빛이 나타나므로 전자의 에너지가 연속적인 분포를 가진다면 스펙트럼의 파장도 연속적으로 나타날 것이다.

유사답안 전자의 에너지가 불연속적으로 나타나기 때문에 스펙트럼의 파장도 특정한 파장만 나타난다. 하지만 전자의 에너지가 연속적이라면 연속 스펙트럼과 같이 모든 파장의 빛이 나타날 것이다.

채점 기준	배점
전자의 에너지 상태와 관련하여 나타날 스펙트럼의 파장에 대해 옳게 서술한 경우	7점
전자의 에너지 상태를 잘 설명하지 못하고 스펙트럼의 파장만 서술한 경우	3점

03 | 별과 우주의 진화

핵심 문제로 개념 마무리 p.32

095 (1) × (2) ○ (3) × **096** (1) 온도, 밝은 (2) 타원 (3) 2, 8 **097** ㄱ, ㄷ **098** ㄷ

095 (1) 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합이 진행된다.
(2) 우리 은하의 나선팔에는 성운과 산개 성단이 많이 분포한다.
(3) 성간 기체의 농도가 높을수록 충돌 횟수가 많아서 반응 속도가 빠르다.

096 (1) 주계열성의 질량이 큰 별은 청색이고 표면 온도가 높으며 밝기가 밝은 별이다.
(2) 외부 은하는 나선 은하, 타원 은하, 불규칙 은하로 구분한다.
(3) 원자의 전자 배치에서 첫 번째 전자 궤도에 2개, 두 번째 전자 궤도에 8개의 전자가 채워지면 안정한 상태가 된다.

097 주계열성에서 적색 거성으로 진화하면 별의 외부층이 부풀어서 크기가 커지고 표면 온도가 낮아지고, 별의 크기가 커지기 때문에 별의 밝기는 밝아진다. 주계열성의 내부에서 수소 핵융합 반응으로 헬륨이 생성되므로 수소의 성분비는 감소한다.

098 수소 분자는 단일 결합을, 질소 분자는 3중 결합을 이룬다. 따라서 공유하는 전자 수가 많은 질소 분자가 분자의 결합력도 강하다. 또 성간 공간에 존재하는 분자 중에서 가장 많은 것은 수소 분자이다.

내신 분석 기출문제 pp.33~39

099 ① **100** ③ **101** ⑤ **102** ③ **103** ⑤ **104** ② **105** ③ **106** ③ **107** ③ **108** ② **109** 해설 참조 **110** ① **111** ④ **112** ⑤ **113** ④ **114** ② **115** ③ **116** ② **117** ② **118** ④ **119** ⑤ **120** ④ **121** (가) 막대 나선 은하, (나) 정상 나선 은하, (다) 타원 은하, (라) 불규칙 은하 **122** (가), 막대 나선 은하 **123** (다) **124** ① **125** ① **126** ⑤ **127** ③ **128** ④ **129** ① **130** ⑤ **131** (다), 일산화탄소 **132** ④ **133** ⑤ **134** ⑤

099 (가)는 주계열성으로 별의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.

[오답피하기] ㄴ. 별이 주계열성에서 적색 거성으로 진화하면 중심부에서 수소 핵융합 반응은 더 이상 일어나지 않는다. 하지만 중심핵의 바깥에서 수소 핵융합 반응이 일어나므로 별이 부풀어 오른다. 별이 팽창함에 따라 별의 색은 붉은색으로 변하고 표면 온도는 낮아진다.
ㄷ. 태양 질량의 10배 이상 되는 별의 진화 과정에서 나타나는 초거성의 중심에서 수소 핵융합 반응으로 헬륨이 생성되고, 그

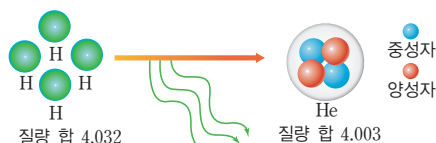
이후에는 헬륨 핵융합 반응으로 탄소가 생성되는 등 핵융합 반응을 통해 점점 더 무거운 원소를 만들어 낸다. 별의 중심부에 철(Fe)이 생성되면 핵융합 반응이 종료된다. 철(Fe)보다 무거운 원소는 중심부에서 철까지 합성한 별이 진화 단계의 마지막에 이르러 초신성 폭발을 하면서 그 열과 압력에 의해 합성되어 만들어진다.

100 ㄱ. 별의 내부에서 수소 핵융합 반응이 일어나면 내부 온도가 상승하여 기체의 압력이 커진다.
ㄴ. 별을 구성하는 기체에는 중심 방향으로 수축하려는 중력이 작용한다. 기체의 압력과 중력이 평형을 이루면 별의 크기는 일정하게 유지된다.
[오답피하기] ㄷ. 세페이드 변광성은 내부 구조가 불안정하여 기체의 압력과 중력이 평형을 이루지 못한다. 기체의 압력이 커지면 팽창하고 중력이 커지면 수축하는 운동이 주기적으로 일어난다.

101 ㄱ, ㄴ. 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 단계의 별은 주계열성이다. 수소 핵융합 반응은 중심부의 온도가 1,000만 K 이상의 고온에서 수소가 핵융합하여 헬륨이 되는 과정으로, A는 헬륨이다.
ㄷ. 수소 핵융합 반응에서 수소 4개가 융합하여 헬륨 1개가 형성되는데, 이 과정에서 질량이 줄어들고, 줄어든 질량이 에너지(빛과 열)로 전환된다.

자료분석 노하우

■ **수소 핵융합 반응**
• 별의 중심부 온도가 1,000만 K 이상일 때 수소 원자핵이 헬륨 원자핵으로 융합되는 과정이다.

4H ⟶ 1He+에너지

줄어든 질량 $\Delta m(4.032-4.003)$은 $E=\Delta mc^2$에 따라 빛에너지로 전환된다.

• **질량 에너지 등가 원리**
아인슈타인의 특수 상대성 이론에 의해 유도된 공식으로 $E=mc^2$으로 나타낸다. E는 에너지, m은 질량, c는 빛의 속도이다. 수소 핵융합 반응이 일어날 때 수소와 헬륨의 질량 차이(Δm)에 해당하는 만큼 에너지(Δmc^2)로 전환된다.

102 헬륨이 핵융합 반응을 통하여 탄소가 만들어지는 헬륨 핵융합 반응이다. 적색 거성 단계에서 중심부가 수축하면 온도가 상승하고 중심부의 온도가 1억 K 이상이 되면 헬륨 핵융합 반응이 일어난다.

103 질량이 태양 정도인 별은 성간 물질 → 원시별 → 주계열성 → 적색 거성 → 백색 왜성의 단계로 진화하면서 일생을 마감한다.

104 적색 거성은 태양 정도의 질량을 가진 별의 진화 과정이다. 초신성 폭발이 일어나려면 태양의 10배 이상의 질량을 가져야 한다.

105 적색 거성은 크기가 매우 큰 붉은색의 별로 표면 온도는 백색 왜성보다 낮다. 하지만 백색 왜성보다 크기가 매우 크기 때문에 밝게 보인다.

106 중성자별은 태양 질량의 약 10～30배 되는 별의 마지막 진화 단계에서 중심부의 높은 밀도와 압력 때문에 원자핵과 전자가 결합하여 중성자만으로 구성된 별이다. 중성자별의 밀도는 엄청나게 커서 원자핵의 밀도와 비슷하다.
[오답피하기] ①, ② 거성과 초거성은 주계열성이 진화하여 반지름이 커진 별로 밀도는 주계열성보다 작다.
④ 주계열성은 중성자별이나 백색 왜성보다 밀도가 매우 작다.
⑤ 백색 왜성은 태양과 같은 별의 진화 단계에서 마지막으로 생성되는 별이다. 중심에 있던 헬륨이 모두 소모되어 탄소로 바뀌면 중심부는 수축하여 백색 왜성이 되고, 바깥층은 팽창하여 행성상 성운이 된다. 일반적인 백색 왜성의 질량은 태양 질량의 절반이며, 지름은 지구보다 약간 크고, 밀도는 중성자별보다 작다.

107 ㄱ. 별의 진화 과정은 별의 질량에 따라 달라진다.
ㄷ. 질량이 큰 별에서 핵융합 반응을 통해 만들어진 무거운 원소들은 초신성 폭발을 통해 우주 공간으로 방출된다.
[오답피하기] ㄴ. 태양 정도 질량의 별은 주계열성 이후 적색 거성 → 행성상 성운 → 백색 왜성으로 진화한다.

108 ㄷ. 중력 수축 에너지는 성운이 수축하여 별이 생성되는 초기 단계에서 별의 에너지원으로 사용된다.
[오답피하기] ㄱ. 태양은 적색 거성으로 진화한 후 중심핵은 수축하여 백색 왜성이 되고, 별의 외부층은 팽창하여 행성상 성운으로 진화한다.
ㄴ. 초신성이 폭발하면 별 외부의 기체층은 공간으로 날아가고 중심핵은 수축하여 중성자별이나 블랙홀이 된다.

109 성운에서 물질이 중력에 의해 수축되면서 별이 생성된다. 별을 구성하는 물질이 수축할 때 생성되는 에너지는 중력 수축 에너지이다.

모범답안 중력 수축하는 과정에서 에너지가 생성되기 때문에 별 내부의 온도가 올라간다.

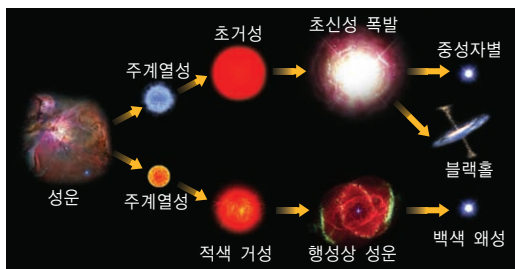
채점 기준	배점
중력 수축에 의해 에너지가 발생하여 온도가 올라간다고 서술한 경우	5점
중력 때문에 온도가 올라간다고 서술한 경우	2점

110 ㄱ. 태양 및 태양과 질량이 비슷한 별은 적색 거성 이후 바깥층의 물질을 외부로 방출하면서 행성상 성운이 되고, 중심핵은 수축하여 백색 왜성으로 진화한다.
[오답피하기] ㄴ. 별의 일생 중 가장 오랫동안 머무는 단계는 주계열 단계에 있을 때이다.
ㄷ. 행성상 성운 이후 성운은 공간으로 흩어지고 중심부는 백색 왜성으로 남는다. 백색 왜성은 주계열성이 적색 거성이 된 후 진화의 마지막 단계이다.

111 ㄴ. (나)는 초신성의 내부 구조이다. 초신성의 내부에서는 핵융합 반응이 차례대로 진행되어 수소, 헬륨에서 철까지의 무거운 원소가 합성된다. 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발이 일어나는 과정에서 생성된다.
ㄷ. 별의 중심부로 갈수록 온도가 높아지므로 더 무거운 원소의 핵융합이 일어난다.
[오답피하기] ㄱ. (가)는 적색 거성의 내부 구조이다. 적색 거성의 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응으로 탄소가 생성된다.

112 ㄱ. 질량이 태양 정도인 별은 성운 → 원시별 → 주계열성 → 적색 거성 → 행성상 성운 → 백색 왜성(A)으로 진화한다. A는 별의 진화 과정의 마지막 단계로 백색 왜성이다.
ㄴ. 질량이 매우 큰 별의 최후 단계인 초신성 폭발 과정에서는 철보다 무거운 원소가 생성된다.
ㄷ. (가)는 태양 정도 질량을 가진 별의 진화 과정이고, (나)는 태양보다 질량이 매우 큰 별의 진화 과정이다. 별의 중심부에서 수소 핵융합 반응은 주계열성에서 일어난다.

113 ㄴ. (가)는 태양 질량보다 약 10배 이상 큰 별의 진화 경로이다. 이 중 태양 질량의 약 10～30배인 별은 중성자별로 일생을 마감하고, 30배 이상인 별은 블랙홀로 일생을 마감한다.
ㄷ. (나)는 태양 질량 정도인 별의 진화 경로이다.
[오답피하기] ㄱ. (나)는 태양 질량 정도인 별의 진화 과정으로 A는 진화 과정의 마지막 단계인 백색 왜성이다.

자료분석 노하우

- 행성상 성운 : 태양 질량 정도의 별의 진화 과정에서 별의 외부 대기층이 팽창하여 형성된 성운이다.
- 백색 왜성 : 태양 질량 정도의 별의 마지막 진화 단계로 중심부가 수축하여 남은 고밀도의 별이다.
- 초신성 : 질량이 큰 별의 진화 과정에서 폭발하면서 매우 밝아지는 별이다.
- 중성자별 : 초신성이 폭발하고 나서 남은 중심의 초고밀도의 별로 중심부의 높은 밀도와 압력 때문에 전자와 양성자(원자핵)가 결합하여 중성자로만 이루어져 있다.
- 블랙홀 : 태양 질량의 30배 이상인 별의 중심이 중력 수축하여 형성된 천체로 빛도 빠져나갈 수 없어 관측하기 어렵다.

114 ㄴ. 별 내부에서 핵융합 반응으로 여러 가지 원소가 합성된다. 질량이 큰 별에서는 탄소에서 철까지의 무거운 원소가 합성된다.
[오답피하기] ㄱ. 우주 초기에는 초기 우주의 핵융합 반응으로 헬륨이 합성되었고, 그 후에는 별 내부의 핵융합 반응으로 헬륨이 합성되었다.
ㄷ. 철보다 무거운 원소가 희귀한 것은 질량이 매우 큰 별이 진화하여 중심에 철을 만든 후, 별이 폭발하는 과정의 초고온, 초고압의 상태에서 합성되기 때문이다.

115 ㄱ. (가)의 별의 진화 과정으로 볼 때 별의 질량은 A>B>C이다.
ㄷ. 별의 진화 과정에서 적색 거성과 초거성 내부에서는 핵융합 반응으로 여러 가지 무거운 원소가 생성된다.
[오답피하기] ㄴ. (나)와 같은 별은 질량이 큰 별의 진화 과정에서 나타나는 별이고, A 또는 B 과정에서 생성될 수 있다. C는 진화 마지막 단계가 백색 왜성이므로 철과 같은 무거운 원소를 만들 수 없다.

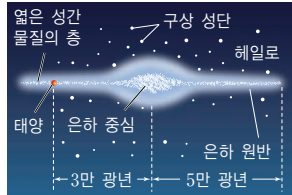
116 ㄴ. (나)는 초신성이 폭발하는 모습의 사진으로, 이 과정을 통해 철보다 무거운 원소가 형성된다.
[오답피하기] ㄱ. (가)의 바깥층은 기체가 고리 모양으로 퍼져 있는 행성상 성운이고, 중심부는 수축하여 백색 왜성이 된다.
ㄷ. (가)는 태양 질량 정도인 별의 진화 단계에서 나타나는 천체이고, (나)는 태양 질량보다 약 10배 이상 큰 별의 진화 과정에서 나타나는 천체이다.

117 질량이 큰 별일수록 중심부의 온도가 높기 때문에 핵융합 반응에 의해 여러 무거운 원소들이 만들어진다. 별이 진화함에 따라 별의 중심부에서 핵융합 반응에 의해 최종적으로 만들어지는 원소는 철이다.

118 ㄴ. 우리 은하는 중심부가 막대 모양의 구조를 이루고 나선팔을 가진 막대 나선 은하이다.
ㄷ. 중심부인 A에는 많은 별과 구상 성단이, 나선팔인 B에는 산개 성단과 성간 물질이 많이 분포한다.
[오답피하기] ㄱ. 태양계는 우리 은하 중심부에서 약 3만 광년 떨어진 나선팔에 위치하고 있다.

119 ㄱ. 우리 은하는 지름이 약 10만 광년이다.
ㄴ. 나선팔인 A에는 성간 물질과 젊고 밝은 별이 많이 분포한다.
ㄷ. 늙은 별로 이루어진 구상 성단은 은하핵인 B와 헤일로에 주로 분포한다.

자료분석 노하우

■ **우리 은하**
• 은하 형태 : 막대 나선 은하이다.
• 구성 : 중심부에는 나이 많은 별과 구상 성단이 분포하고, 나선팔에는 성간 물질과 젊고 밝은 별이 분포한다.
• 크기 : 지름 10만 광년, 원반의 두께 1,000광년
• 태양계 위치 : 은하 중심에서 약 3만 광년 떨어져 있다.

120 지구는 우리 은하의 원반에 있는데 지구에서 우리 은하를 바라본 모습이 은하수이다. 은하수는 밤하늘에 천구를 아치형으로 가로지르는 흰 빛의 흐릿한 띠 모양으로 보인다. 우리 은하의 중심부는 막대 모양이고, 그 주위는 가스와 먼지, 그리고 바깥쪽으로 네 개의 뚜렷한 나선팔 구조를 이루는 별들로 뒤덮여 있다.

121 A와 B는 원반과 나선팔이 있는 나선 은하이다. A는 막대 나선 은하로 중심에 막대 모양이 있으며, B는 정상 나선 은하로 중심에 막대가 없다. C는 타원 은하인데, 타원 모양의 은하로 성간 물질이 거의 없어서 새로 태어나는 별이 거의 없고 대부분 오래된 별로 이루어져 있다. D는 불규칙 은하로 명확한 원반 모양이나 타원 모양을 이루지 못한 은하이다.

122 우리 은하는 나선팔과 막대 구조가 있는 막대 나선 은하이다.

123 성간 물질이 거의 없는 은하는 타원 은하이다. 타원 은하는 주로 늙은 별로 이루어져 있고 성간 물질이 거의 없기 때문에 새로운 별이 탄생하지 않는다.

124 ①은 우주에서 은하의 분포를 보여 주는 우주 거대 구조이다. 초은하단들이 우주에서 띠를 이루며 그물처럼 줄지어 분포한 모습이다. 이 사이에는 별과 같은 천체를 볼 수 없는 빈 공간이 나타난다. 이 빈 공간은 실제로 비어 있지 않으며, 암흑 물질로 가득차 있다.
[오답피하기] ② 수많은 은하가 모인 은하단이다.
③ 중심부에 막대 구조가 있는 막대 나선 은하이다.
④ 질량이 큰 별의 마지막 단계에서 초신성이 폭발하는 모습이다.
⑤ 별들이 구형으로 빽빽하게 모인 구상 성단이다.

125 ㄱ. (가)는 막대 나선 은하로 중심부가 막대 모양의 구조를 이루고 나선팔을 가진 은하이다. (나)는 정상 나선 은하로 나선팔이 은하핵과 직접 연결되어 있다.
[오답피하기] ㄴ. 우리 은하는 중심부를 지나는 막대 구조가 있으므로 (나)보다 (가)에 가깝다.
ㄷ. 나선 은하는 중심부의 막대 구조 유무로 세분된다. (가)는 막대 나선 은하, (나)는 정상 나선 은하이다.

126 ㄱ. 우리 은하는 중심부가 막대 모양의 구조를 이루고 나선팔을 가진 막대 나선 은하이다.
ㄴ. 은하들은 형태에 따라 정상 나선 은하(A), 막대 나선 은하(B), 타원 은하(C), 불규칙 은하로 분류된다. 은하 내의 성간 물질들은 주로 나선팔에 많이 존재하므로 나선 은하가 타원 은하보다 성간 물질이 풍부하다.
ㄷ. 우주는 수많은 은하들과 그 사이의 공간으로 구성되어 있다.

127 ㄱ. 전자의 궤도에서 가장 바깥 궤도에 있는 전자를 원자가 전자라고 한다. 따라서 탄소의 원자가 전자는 4개이다.
ㄷ. 수소 원자의 원자가 전자는 1개이고, 탄소 원자의 원자가 전자는 4개이다. 원자들이 결합하여 분자를 이룰 때에는 옥텟 규칙에 따라 각 원자의 원자가 전자가 8개가 되도록 전자를 서로 공유하여 결합된다.(단, 수소는 제외) 따라서 탄소 원자의 원자가 전자 1개당 수소 원자의 전자가 한 쌍을 이뤄 4개의 전자쌍을 공유하여 메테인 분자(CH_4)를 이룬다.
[오답피하기] ㄴ. 1개의 탄소 원자와 4개의 수소 원자가 결합하여 메테인 분자를 형성할 때 탄소와 수소 사이에 각각 1개의 전자쌍을 공유하여 분자가 이루어지므로 단일 결합이 형성된다.

128 ㄴ. 원자 (가)는 원자가 전자가 1개인 수소 원자이고, 원자 (나)는 원자가 전자가 2개인 헬륨 원자이다.
ㄷ. 성간 물질에 가장 많은 원자는 수소이고, 헬륨이 두 번째로 많다.
[오답피하기] ㄱ. 원자의 전자 궤도에서 첫 번째 전자 궤도에는 전자가 2개 채워질 때 안정한 상태가 된다. 따라서 원자 (가)보다 원자 (나)가 더 안정하다.

129 두 원자가 1개의 전자쌍을 공유하는 결합을 단일 결합이라고 한다. 수소 분자인 (가)는 단일 결합으로 이루어졌고, 질소 분자인 (나)와 일산화탄소인 (다)는 두 원자가 3개의 전자쌍을 공유한 3중 결합으로 이루어졌다.

130 수소는 성간 공간에서 가장 많은 원자이다. 따라서 성간 공간에서는 수소 원자 사이의 충돌 횟수가 다른 원소들에 비해 많으므로 수소 분자가 가장 많이 만들어진다.

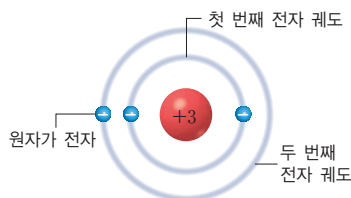
131 (가)는 수소 분자, (나)는 질소 분자, (다)는 일산화탄소이다. 질소 분자와 일산화탄소는 두 원자가 3개의 전자쌍을 공유하여 3중 결합을 이루는 분자이다. 3중 결합으로 이루어진 분자는

안정하여 잘 분해되지 않기 때문에 질소 분자와 일산화탄소는 성간 공간에서 수소 다음으로 많이 존재하는 분자이다. 또 질소 분자와 일산화탄소 중에서는 일산화탄소가 조금 더 많은데, 그 이유는 성간 공간에 산소와 탄소 원자가 질소 원자보다 많기 때문이다.

132 N_2(질소 분자)는 두 개의 질소 원자가 3개의 전자쌍을 공유하여 결합한다. 따라서 3중 결합을 이룬다.
[오답피하기] ① CO_2(이산화탄소)는 한 개의 탄소 원자와 두 개의 산소 원자가 결합하여 분자를 형성한다. 이때 탄소 원자와 산소 원자 사이에는 2개의 전자쌍을 공유하여 결합하므로 2중 결합이 형성된다.
② NH_3(암모니아)는 한 개의 질소 원자와 세 개의 수소 원자가 결합하여 분자를 형성한다. 이때 질소 원자와 수소 원자 사이에는 1개의 전자쌍을 공유하여 결합하므로 단일 결합이 형성된다.
③ O_2(산소 분자)는 두 개의 산소 원자가 2개의 전자쌍을 공유하여 결합하므로 2중 결합이 형성된다.
⑤ H_2O(물 분자)는 한 개의 산소 원자와 두 개의 수소 원자가 결합하여 분자를 형성한다. 이때 산소 원자와 수소 원자 사이에는 1개의 전자쌍을 공유하여 결합하므로 단일 결합이 형성된다.

133 ㄱ. 암모니아는 질소(N)와 수소(H)의 2가지 원소로 이루어져 있으므로 화합물이다.
ㄴ. 화학식은 원자의 종류와 개수로 나타낸다. 화학식에서 원자의 종류는 원소 기호로, 원자의 개수는 원소 기호의 오른쪽 아래에 작은 숫자로 나타낸다. 따라서 질소(N) 원자 1개와 수소(H) 원자 3개로 이루어진 암모니아의 화학식은 NH_3이다.
ㄷ. 수소 원자 1개와 질소 원자는 각각 1개의 전자를 내놓고 1개의 전자쌍을 공유한다.

자료분석 노하우

■ **전자 궤도(전자껍질)와 원자가 전자**
- 원자가 전자 : 가장 바깥 궤도에 있는 전자
- 옥텟 규칙 : 가장 바깥 궤도에 있는 원자가 전자가 8개일 때 매우 안정한 상태가 된다.

134 ㄱ. 성간 공간에서 수소 원자는 다른 원자와 충돌(유효 충돌)하여 메테인(CH_4), 암모니아(NH_3) 등과 같은 다양한 화합물을 형성한다.
ㄴ, ㄷ. 성간 공간에서는 수소 원자들이 충돌하여 수소 분자를 생성하는데, 수소 원자의 수가 가장 많으므로 수소 분자를 생성하는 반응이 가장 많이 일어난다.

내신 완성 1등급문제 pp.40~41

135④ 136② 137① 138② 139② 140⑤ 141①
142 해설 참조 143 해설 참조 144 해설 참조

135 ㄴ. 성운의 기체의 밀도가 높아지면 중력에 의해 물질이 수축하면서 중력 수축 에너지가 발생한다. 이 에너지가 성간운 내부의 온도를 높인다.
ㄷ. C에서는 원시 항성의 온도와 압력이 증가하여 별의 내부에서 핵융합 반응이 시작되어 주계열성이 된다.
[오답피하기] ㄱ. 별은 성운의 기체가 중력 수축하여 생성된다. A는 성운 기체의 밀도가 커서 수축하는 것을 나타낸다. 이 기체는 저온이어야 하고, 다른 물질을 끌어당길 정도의 고밀도 상태여야 한다.

136 ㄴ. 주계열성의 중심핵에서 수소를 모두 연소하면 적색 거성으로 진화한다. 질량이 태양 정도이거나 태양 질량의 10배보다 작은 별은 적색 거성 이후에 중심부는 수축하여 백색 왜성이 되고 바깥층은 팽창하여 행성상 성운이 된다.
[오답피하기] ㄱ. 질량이 작은 별의 바깥층은 서서히 팽창하여 행성상 성운을 이룬다.
ㄷ. 태양 질량의 10~30배 이상의 별에서는 초신성이 폭발하고 중심부에 블랙홀이 형성된다.

137 ㄱ. 별 중심에서의 핵융합 반응은 H → He → C → … → Fe의 순서로 진행되고, 반응이 일어나는 데 필요한 온도는 점점 높아진다.
[오답피하기] ㄴ. 별의 중심에 철(Fe)이 있는 것으로 보아 질량이 매우 큰 별이 초신성 폭발하기 직전의 내부 구조이다. 태양은 질량이 작아 탄소 핵융합 반응 이후의 핵융합 반응을 할 수 있을 정도의 중심 온도에 이르지 못한다. 따라서 태양은 중심에 탄소핵을 가진 백색 왜성으로 일생을 마친다.
ㄷ. 철의 핵융합 반응은 일어나지 않는다. 핵자당 결합 에너지는 철이 가장 크므로 원자핵 중에는 철이 가장 안정하기 때문이다. 따라서 별 내부에서 에너지를 생성하는 반응으로서의 철 핵융합 반응은 일어날 수 없다.

138 ㄷ. 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어나고, 적색 거성의 중심부에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어난다.
[오답피하기] ㄱ. 주계열 단계에서 머무는 시간과 주계열 이후의 진화 과정은 별의 질량에 따라 달라진다. 질량이 가장 작은 별의 진화 과정은 A이다.
ㄴ. 철(Fe)보다 무거운 원소는 B, C의 초신성 폭발 과정에서 만들어진다.

139 ㄴ. 산소 원자는 원자가 전자가 6개 있다. 원자가 전자가 8개일 때 안정한 상태가 되므로 2개의 전자가 더 채워지면 안정해

진다.

[오답피하기] ㄱ. 원자가 전자란 가장 바깥 전자 궤도에 있는 전자의 개수이다. 따라서 산소의 원자가 전자는 6개이다.

ㄷ. 산소 원자는 가장 바깥쪽 전자 궤도에 2개의 전자가 더 채워지면 안정해진다. 따라서 산소 원자 2개가 전자쌍 2개를 공유하여 산소 분자를 형성하면 안정한 상태가 된다.

140 ㄱ. 성간에서 원자 상태로 존재하는 입자 중 수소가 가장 많다. 따라서 수소 분자가 가장 많이 생성된다.

ㄴ. 반응 물질의 농도가 진할수록 같은 시간 동안 충돌하는 입자 수가 많아지고, 반응은 더욱 빠르게 일어난다. 산소 원자가 질소 원자보다 성간에 더 많이 존재하므로 물이 암모니아보다 더 빠르게 생성된다.

ㄷ. 성간에 존재하는 원자들이 끊임없이 운동하면서 유효 충돌하여 성간 분자를 형성한다.

141 ㄱ. 두 종류 이상의 원소로 이루어진 물질을 화합물이라고 한다. 세 가지 분자 중 화합물은 일산화탄소 뿐이다.

[오답피하기] ㄴ. 일산화탄소에서 탄소의 원자가 전자는 4개이고, 공유 결합에 사용되는 것은 2개이다.

ㄷ. 수소 분자, 질소 분자, 일산화탄소에서 공유하는 전자쌍의 개수는 각각 1개, 3개, 3개이다. 따라서 한 분자당 공유하는 전자쌍의 개수는 수소가 가장 적다.

142 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

질량이 큰 별이 진화하는 동안 별 내부에서 핵융합 반응을 통하여 무거운 원소가 합성될 수 있다.

Step 2 관련 개념 모으기

① 핵융합 반응이란?
→ 질량수가 작은 원자핵끼리 고온에서 고속으로 충돌하여 질량이 큰 원자핵을 만드는 과정이다.

② 초신성 폭발이란?
→ 질량이 큰 별이 진화하면서 거의 마지막에 초신성 폭발을 함으로서 우주로 별의 잔해물을 뿌린다.

답안작성 키워드 핵융합 반응, 질량이 큰 별, 초신성 폭발

모범답안 태양보다 질량이 10배 이상 큰 별의 내부에서 핵융합 반응을 통해 헬륨보다 무거운 탄소, 산소, 규소, 철 등이 생성되고 초신성 폭발을 통해 우주로 뿌려지기 때문이다.

유사답안 질량이 큰 별에서는 중심핵의 온도가 높아지면 헬륨 핵융합 반응으로 탄소가 생성된다. 이러한 과정으로 헬륨에서 탄소, 산소, 규소, 철의 순서로 무거운 원소가 차례로 만들어지고, 초신성 폭발을 통해 우주로 뿌려진다.

채점 기준	배점
무거운 별의 진화 과정을 핵융합 반응 및 초신성 폭발과 관련하여 이유를 옳게 서술한 경우	10점
무거운 별 내부에서 무거운 원소가 만들어진다고만 설명한 경우	5점

143 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

별의 진화는 질량에 따라 달라짐을 이해하고, 별의 진화 과정에서 현재 태양의 위치를 파악하는 문제이다.

Step 2 관련 개념 모으기

① 적색 거성이란?
→ 별의 중심부에서 헬륨 핵융합 반응이 일어나는 별로 크기가 매우 크고 표면 온도가 높아서 적색을 띠는 별이다.

② 행성상 성운과 백색 왜성이란?
→ 적색 거성에서 헬륨 핵융합 반응이 끝나면 별의 외부층은 팽창하여 행성상 성운을 이루고, 중심부는 수축하여 백색 왜성이 된다.

답안작성 키워드 적색 거성은 반지름이 매우 크고 온도가 낮은 별, 태양의 마지막 단계는 행성상 성운과 백색 왜성

모범답안 태양은 주계열성으로 현재 중심에서 수소 핵융합 반응이 일어나고 있다. 이 반응으로 중심의 수소가 모두 헬륨으로 전환되면 중심핵은 중력 수축하고, 바깥층은 팽창하여 적색 거성이 된다. 적색 거성 내부에서는 헬륨 핵융합 반응이 일어나고 이 반응으로 중심이 탄소로 변하면, 바깥층이 외부로 방출되어 행성상 성운을 이루고, 중심핵은 수축하여 백색 왜성이 된다.

채점 기준	배점
주계열성, 적색 거성, 행성상 성운, 백색 왜성의 모든 과정을 서술한 경우	8점
각 과정의 이름은 언급하지 않고 각 과정의 내용만 서술한 경우	5점
각 과정의 이름만 언급한 경우	3점

144 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

성간 공간에 존재하는 분자의 개수는 성간 공간에 존재하는 원자의 개수와 분자를 형성할 때 원자 사이의 결합력에 따라 달라진다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 공유 결합이란?
→ 원자들이 원자가 전자를 서로 공유하여 만들어지는 결합이다. 이때 원자 사이에는 단일 결합, 2중 결합, 3중 결합을 이루어 분자를 형성한다.

❷ 성간 공간에 존재하는 원자는?
→ 성간 공간에 가장 많이 분포하는 원자는 수소(H)이고, 그 다음 헬륨(He)>산소(O)>탄소(C)>질소(N) 순으로 많이 분포한다.

❸ 성간 공간에 존재하는 주요 분자는?
→ 성간 분자를 이루는 주요 분자는 H_2, CO, N_2, H_2O이고, 그 외의 분자로 HCN, CO_2, NH_3 등이 소량 분포한다.

답안작성 키워드 공유 결합, 성간 분자, 수소 원자, 3중 결합

모범답안 (가)-(다)-(나), 성간 물질을 구성하는 원자는 수소와 헬륨이 가장 많고, 그 다음으로 많은 것은 산소, 탄소, 질소 등이다. 이 원자들이 공유 결합하여 성간 분자를 형성하는데, 성간 공간에는 수소 원자가 가장 많으므로 수소 분자의 수도 가장 많다. 일산화탄소와 질소 분자는 원자 사이에 3중 결합을 이루므로 결합력이 커서 잘 분해되지 않아 수소 분자 다음으로 많다. 그런데 원자 상태에서 산소와 탄소가 질소보다 많은 물질이기 때문에 성간 분자 중에서 일산화탄소가 질소 분자보다 많다.

유사답안 성간 물질 중에서 수소 원자가 가장 많기 때문에 원자의 결합으로 생긴 분자 중에서 수소 분자가 가장 많다. 일산화탄소와 질소 분자는 공유 결합의 형태가 3중 결합으로 같지만 산소와 탄소가 질소보다 많은 물질이기 때문에 일산화탄소가 질소 분자보다 많다.

채점 기준	배점
성간 공간에 많이 분포하는 분자를 순서대로 나열하고, 그 이유를 옳게 서술한 경우	10점
이유만 옳게 서술한 경우	7점
성간 공간에 많이 분포하는 분자만 순서대로 나열한 경우	3점

Ⅰ단원 실전 대비 평가문제

pp.42~45

평가 기준	문항
평가 기준❶ 적색 편이를 사용하여 우주 팽창을 설명할 수 있다.	145 해설 참조 146 ④
평가 기준❷ 우주의 팽창을 시간적으로 거슬러 올라가면 우주가 한 점으로부터 탄생되었고 우주의 나이가 있음을 설명할 수 있다.	147 ⑤ 148 ③
평가 기준❸ 허블 법칙을 이용하여 우주의 나이를 계산할 수 있다.	149 ③
평가 기준❹ 빅뱅 우주에서 처음 3분 동안 기본 입자와 양성자 및 중성자가 만들어졌고, 이로부터 헬륨 원자핵이 순차적으로 만들어지는 과정을 말할 수 있다.	150 ⑤ 151 ②
평가 기준❺ 우주에서 관측되는 스펙트럼에서 수소, 헬륨 원자의 선 스펙트럼이 나타나는 이유를 알고, 이로부터 우주에 수소와 헬륨이 풍부하다는 것을 설명할 수 있다.	152 ③
평가 기준❻ 빅뱅 초기에 수소와 헬륨 원자가 형성되면서 나온 빛이 우주 배경 복사로 검출되는 것임을 이해하고 설명할 수 있다.	153 ⑤ 154 해설 참조
평가 기준❼ 별의 진화 과정에서 생명체의 구성에 중요한 원소인 탄소와 산소 등 무거운 원소가 만들어짐을 설명할 수 있다.	155 ③ 156 ②
평가 기준❽ 우주는 크기, 구조, 별의 개수가 다양한 은하들이 여러 규모로 모여 우주 전체를 구성하고 있음을 말할 수 있다.	157 ② 158 ①
평가 기준❾ 성간 공간에서 원자들의 충돌과 공유 결합을 통해 안정한 수소와 질소 분자, 그리고 일산화탄소, 물, 암모니아와 같은 간단한 화합물이 생성됨을 설명할 수 있다.	159 ②
평가 기준❿ 우주 공간에 수소 분자가 가장 풍부함을 반응 속도의 원리를 사용하여 설명할 수 있고, 지구의 대기 형성에도 동일한 원리가 적용됨을 설명할 수 있다.	160 ④

145 후퇴 시선 속도는 적색 편이가 클수록 빠르다. 따라서 후퇴 속도는 적색 편이가 가장 큰 C가 가장 크다. 허블의 법칙에 의해 먼 천체일수록 빠른 속도로 멀어지므로, 지구로부터의 거리는 C>B>A 순서이다. B와 C의 절대 등급은 같으며 가까운 천체가 밝게 보인다. 따라서 겉보기 밝기는 거리가 가까운 B가 거리가 먼 C보다 밝다.

모범답안 B, 허블 법칙에 의해 거리가 먼 천체일수록 빠른 속도로 멀어지므로, 지구로부터 거리는 B, A, C의 순서로 가깝다. B와 C의 절대 등급은 같으며 가까운 천체가 밝게 보이므로 B가 C보다 더 밝게 보인다.

채점 기준	배점
기호를 쓰고, 후퇴 속도로 지구로부터의 거리를 비교하고, 절대 등급으로 이유를 서술한 경우	7점
기호를 쓰고, 후퇴 속도로 지구로부터의 거리를 비교하여 이유를 서술한 경우	4점
기호만 쓴 경우	2점

146 ㄱ. 멀리 있는 은하의 후퇴 속도가 더 큰 것은 은하의 고유한 운동에 의한 것이 아니라 우주 공간이 팽창하고 있기 때문이다.
ㄷ. 그래프에서 은하 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ으로 갈수록 후퇴 속도가 크며, 적색 편이량도 크다.
[오답피하기] ㄴ. 허블의 법칙을 나타낸 그래프에서 직선의 기울기는 허블 상수이며, 우주의 나이는 허블 상수의 역수와 같다.

147 ⑤ 대부분의 외부 은하들이 우리 은하로부터 후퇴하는 것은 우리 은하가 우주의 중심이기 때문이 아니라 우주 공간 자체가 팽창하기 때문이다. 따라서 은하 A에서 관측하더라도 은하 B는 A로부터 멀어지므로 적색 편이가 나타난다.

[오답피하기] ① 허블 상수는 은하의 후퇴 속도를 거리를 나눈 값으로, 그래프에서 약 73km/s/Mpc으로 계산되며, 이 값은 최근 관측 결과로 얻어진 허블 상수와 유사하다.

② 멀리 있는 은하일수록 후퇴 속도가 더 빠르므로 스펙트럼의 적색 편이는 더 크게 나타난다.

③ 허블 상수의 역수는 우주가 현재의 크기까지 팽창하는 데 걸리는 시간과 같으므로 대략적인 우주의 나이가 된다.

④ 멀리 있는 은하일수록 더 빨리 멀어지는 것은 우주가 팽창할 때만이 설명될 수 있는 현상이므로 허블 법칙을 통해 우주가 팽창한다는 것을 알 수 있다.

148 ㄷ. 허블의 관측 결과 대부분의 은하에서 적색 편이가 나타나고, 거리가 먼 은하일수록 적색 편이가 크게 나타난다는 사실이 밝혀졌다. 이것은 거리가 먼 은하일수록 빠른 속도로 멀어진다는 것을 의미한다.

[오답피하기] ㄱ. 그래프에서 기울기는 허블 상수이고 우주의 나이는 허블 상수의 역수이다.

ㄴ. 허블은 멀리 있는 은하의 적색 편이를 관측하여 우주 팽창을 밝혀냈다. 외부 은하의 적색 편이를 관측한 결과 거리가 멀수록 적색 편이가 크게 나타난다.

149 과거 어느 시점에 모든 은하가 한 점에 모였다가 현재에 이른 시간이 우주의 나이이다. 따라서 우주의 팽창 속도가 일정하다면 거리 r을 속도 v로 나눈 $\frac{r}{v}=\frac{1}{H}$은 외부 은하가 우리 은하로부터 멀어져간 시간이 된다. 이와 같이 우주의 나이는 허블 상수의 역수로 구하며, 현재의 허블 상수를 약 73km/s/Mpc이라고 할 때, 우주의 나이는 약 137억 년으로 추정된다. 단, 이렇게 구한 우주의 나이는 우주의 팽창 속도가 일정하다고 가정했을 때의 나이이다.

150 약 137억 년 전 빅뱅이 일어나 우주는 팽창하기 시작했다. 쿼크와 경입자가 먼저 형성되고, 쿼크가 강한 힘으로 결합하여 양성자와 중성자가 형성되었다. 우주 탄생 3분 후에 양성자와 중성자의 핵융합 반응으로 원자핵이 합성되었고, 그 후 우주 탄생 약 38만 년 후에 전자와 원자핵이 결합하여 원자가 형성되었다.

151 민수 : 태양의 중심부의 온도는 1,000만 K 이상이며, 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵이 합성된다. 이것이 수소 핵융합 반응이며 태양의 에너지원이 되는 반응이다.

[오답피하기] 철수 : 수소 원자핵 4개의 질량 합은 헬륨 원자핵 1개의 질량보다 약간 크다. 수소와 헬륨의 질량의 차이를 질량 결손이라 하며, 이것이 에너지로 전환되어 태양의 에너지원이 된다.

영희 : 우주 초기에도 양성자와 중성자가 융합하여 헬륨 원자핵이 형성되는 핵융합 반응이 일어났다. 이때 생성된 수소와 헬륨의 질량비는 3 : 1이다.

152 ㄱ. 이 별의 흡수 스펙트럼에 나타난 선과 수소의 흡수 스펙트럼에 나타난 선을 비교하면 일치하는 선을 확인할 수 있으므로 이 별의 대기에는 수소가 존재함을 알 수 있다.

ㄷ. 수소와 헬륨의 스펙트럼이 서로 다르므로 수소와 헬륨을 구별할 수 있다.

[오답피하기] ㄴ. 이 별의 스펙트럼은 수소와 헬륨의 스펙트럼에 나타난 선으로만 이루어져 있으므로 대기의 성분 원소는 2가지이다.

153 ㄱ. (가)에서 우주의 온도가 감소하는 것은 우주가 팽창하였기 때문에 나타난 결과이다.

ㄴ. 현재 우주를 구성하는 물질의 대부분은 수소와 헬륨으로, 약 3 : 1의 비율을 이루고 있다. 이러한 구성비는 대폭발 이후 3분이 되었을 때 만들어진 헬륨핵의 양에 의해 결정되었다.

ㄷ. 양성자와 중성자 등이 뒤엉켜 있던 초기 우주에서 빛은 자유롭게 빠져나올 수 없었다. 대폭발 이후 약 38만 년이 되었을 때 원자가 생성되면서 빛이 우주 공간으로 빠져나올 수 있었는데, 이 빛이 우주 배경 복사이다.

154 모범답안 (가)에서 전자와 원자핵은 분리되어 존재하며, (나)는 전자와 원자핵이 결합되어 원자로 존재한다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)의 입자 구성 변화를 옳게 설명한 경우	4점
(가)와 (나) 중 하나만 서술한 경우	2점

155 ㄱ. 백색 왜성은 태양 질량 정도의 별이 진화할 때 만들어지는 별이고, 중성자별이나 블랙홀은 태양 질량의 10～30배 이상인 별이 진화할 때 만들어지는 별이다.

ㄴ. (가)와 (나) 모두 주계열 단계의 별들이므로 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어난다.

[오답피하기] ㄷ. 블랙홀은 질량이 태양의 약 30배 이상일 때, 중성자별은 질량이 태양의 약 10～20배일 때 만들어진다.

156 ㄴ. 중심에서 핵융합 반응으로 철까지 만들어지는 초거성은 태양보다 질량이 큰 별의 진화 단계에서 나타난다.

[오답피하기] ㄱ. 그림은 여러 단계의 핵융합 반응을 거친 초거성의 내부 구조를 나타낸 것이다. 백색 왜성은 태양 정도의 질량을 가진 별의 최종 단계에 나타나는 별이다.

ㄷ. 초거성의 중심핵에서는 핵융합 반응에 의해 철까지 만들어지며, 철은 더 이상 핵융합 반응을 일으키지 않는다.

157 ㄷ. 나선 은하는 중심부의 막대 구조 유무로 정상 나선 은하와 막대 나선 은하로 구분한다. (가)는 정상 나선 은하, (다)는 막대 나선 은하의 모습이다.

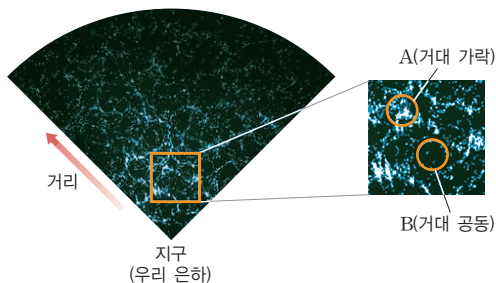
[오답피하기] ㄱ. (가)에서 젊은 별들은 주로 나선팔에 분포하고, 나이가 많은 별들은 주로 은하 중심부와 헤일로에 분포한다.
ㄴ. 우리 은하는 막대 나선 은하로 (다)의 모습과 비슷하다. (나)는 타원 은하의 모습이다.

158 ㄱ. A 영역에는 은하들이 밀집되어 분포하며, A 영역과 같이 밝게 나타나는 영역에서 초은하단들이 관측된다.

[오답피하기] ㄴ. A 영역은 우주에서 물질의 밀도가 큰 곳으로 은하단이나 초은하단이 분포한다. B 영역은 밀도가 작아서 물질이 거의 비어 있는 곳으로 이곳에 암흑 물질이 존재한다.
ㄷ. 우주 초기의 물질은 대체로 균일하게 분포하였지만 완전히 균일하지는 않았으므로 물질이 뭉쳐져 별과 은하를 형성할 수 있었다.

자료분석 노하우

■ 우주 거대 구조

A(거대 가락)
거리
B(거대 공동)
지구
(우리 은하)

- 우주에서 은하들의 분포는 균일하지 않으며, 은하단과 초은하단이 그물 모양으로 얽혀 있는 구조를 이룬다. 그림의 A 지역은 은하들이 많이 분포하여 긴 끈처럼 보이는 곳으로 거대 가락(필라멘트)라고 하며, B 지역은 은하가 거의 분포하지 않는 지역으로 거대 공동(빈터)라고 부른다. 이 곳에 암흑 물질이 존재할 것으로 추정된다.
- 암흑 물질 : 우주 공간을 가득 채운 보이지 않는 물질로 아직 정체를 알지 못한다. ➡ 은하단 사이와 은하단 내부에 존재하며, 은하들의 운동에 영향을 미치고 있다.

159 ㄴ. 원자 X는 수소 원자 2개와의 공유 결합을 통하여 옥텟 규칙을 만족한다. 따라서 X는 6개의 최외각 전자를 갖는다.

[오답피하기] ㄱ. 결합에 참여하는 것은 최외각 전자일 뿐, 안쪽 전자 궤도에 몇 개의 전자가 배치되었는지 알 수 없으므로, X의 전체 전자 수나 양성자 수를 그림만으로는 알기 어렵다.
ㄷ. 우주에 가장 풍부한 원소는 수소(H)이다. 수소는 1개의 양성자와 1개의 전자를 가진 원소이므로, X는 우주에서 가장 풍부한 원소가 아니다.

160 제시된 그림은 반응 속도와 농도와의 관계를 나타낸 것이다.
ㄴ. 꺼져 가는 불씨를 산소가 든 집기병에 넣으면, 산소의 농도가 높아지므로 불씨가 다시 살아난다.
ㄹ. 우주 공간에는 일산화탄소가 질소 분자보다 많다. 그 이유는 산소와 탄소가 질소보다 많아 산소와 탄소 사이의 충돌 횟수가 더 많기 때문이다.

[오답피하기] ㄱ. 먹다 남은 음식물이 빨리 상하는 이유는 침 속에 있는 효소가 촉매 역할을 하기 때문이다.
ㄷ. 헬륨은 그 자체로 안정한 원자이므로 다른 원자와 충돌이 일어나도 반응하지 않는다.

II 태양계와 지구

04 | 태양계의 형성

핵심 문제로 개념 마무리 p.47

161 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ **162** ㄴ-ㄱ-ㄷ **163** (1) 수성 (2) 화성 (3) 금성
164 (가) 목성, (나) 해왕성, (다) 토성, (라) 천왕성 **165** (1) 지 (2) 지 (3) 목 (4) 목 (5) 지

161 (1) 태양은 태양계 전체 질량의 약 99.8%를 차지한다.
(2) 행성들의 공전 방향은 모두 태양의 자전 방향과 같은 서 → 동이다.
(3) 행성들의 공전 궤도면은 거의 동일한 평면상에 위치하여 얇은 원반 모양을 이룬다.
(4) 지구형 행성은 암석질 행성이고, 목성형 행성은 기체 성분의 행성이다.

162 태양계 성운이 회전하면서 중력 수축하여 중심부에 원시 태양이 형성되고, 납작한 원반 모양을 이루었다. 원반 내에서는 물질이 뭉쳐져 미행성체가 형성되었고, 미행성체의 충돌과 병합에 의해 원시 행성이 형성되었다.

163 (1) 수성은 대기가 없으며, 풍화와 침식 작용이 일어나기 어려우므로 표면에 크레이터가 많다.
(2) 화성은 얼음과 드라이아이스로 이루어진 극관이 있고, 과거에 물이 흘렀던 흔적이 나타난다.
(3) 금성은 두꺼운 이산화탄소 대기로 덮여 있어 온실 효과가 매우 강하고, 자전 주기가 공전 주기보다 길다.

164 (가)는 대적점이 보이는 목성, (나)는 대흑점이 보이는 해왕성, (다)는 뚜렷한 고리가 보이는 토성, (라)는 청록색을 띠는 천왕성이다.

165 지구형 행성은 표면이 단단한 암석으로 이루어져 있고, 질량과 반지름이 작고 평균 밀도가 크며, 고리가 없고 위성 수가 적거나 없다. 목성형 행성은 자전 주기가 짧아서 편평도가 크고, 대기 주성분이 수소와 헬륨 등 가벼운 기체로 이루어져 있다.

내신 분석 기출문제 pp.48~53

166 ⑤	167 ③	168 ②	169 ④	170 ②	171 ③	172 ③
173 ③	174 ④	175 ②	176 ④	177 ④	178 ②	179 ①
180 ③	181 (나)>(다)>(가)	182 ②	183 ④	184 ⑤	185 ③	
186 ③	187 ③	188 ③	189 해설 참조	190 ⑤	191 ④	
192 ②	193 ③	194 ⑤	195 ①			

166 ㄷ. 왜소행성은 공전 궤도상에 질량이 비슷한 천체가 있어 행성으로 분류되지 않는다.
ㄹ. 명왕성은 과거에 행성이었으나 공전 궤도상에 질량이 비슷한 여러 개의 위성을 가지고 있어 현재는 왜소행성으로 분류된다.
[오답피하기] ㄱ, ㄴ. 왜소행성은 행성과 마찬가지로 태양 주위를 공전하고, 모양이 둥글다.

오개념 피하는 노하우

■ **행성의 정의와 구 명왕성**
2006년 국제천문연맹(IAU)에서 내린 행성의 정의에 따르면 행성이란 ① 태양 주위를 공전하고, ② 자체 중력으로 구형을 유지할 만큼의 질량을 가져야 하며, ③ 주변 궤도의 다른 천체와의 관계에서 지배적이어야 한다. 그런데 구 명왕성은 ③의 조건에 위배되므로 행성의 지위가 박탈되었고, 왜소행성으로 새롭게 정의되었다.

167 행성들은 회전하는 납작한 성운 내에서 만들어졌으므로 공전 궤도 경사각이 0°에 가깝다.
[오답피하기] ① 태양은 태양계 전체 질량의 약 99.8%를 차지하여 행성의 운동을 지배한다.
② 행성들은 회전하는 태양계 성운에서 형성되었으므로 공전 방향이 모두 지구의 공전 방향과 같다.
④ 행성 중에서 금성과 천왕성은 지구의 자전 방향과 반대로 자전한다.
⑤ 태양계 외곽에는 태양계를 형성하고 남은 성간 물질이 뭉쳐져서 생긴 소천체들이 분포한다.

168 ㄴ. 태양계 행성들의 공전 궤도 경사각을 보면 수성이 7.00°로 가장 크므로 행성들의 공간 분포는 납작한 원반 내에 있다. 이는 태양계가 형성되는 과정에서 성운의 회전으로 납작한 원반을 이루었기 때문이다.
[오답피하기] ㄱ, ㄷ. 태양계 성운은 우리 은하의 나선팔에서 거대한 성운의 분열로 형성되어 중력 수축의 과정을 거쳤지만, 이는 행성들의 공전 궤도 경사각을 설명하지는 못한다.

169 현재 태양계가 우리 은하의 나선팔에 위치하므로 태양계 성운도 우리 은하의 나선팔에 위치하였다. 태양계 성운은 거대한 성운이 분열하여 형성되었으며, 지구의 공전 방향과 같은 방향으로 회전하였으므로 이로부터 형성된 행성들은 모두 같은 방향으로 공전하게 되었다.
[오답피하기] ㄷ. 태양계 성운은 중력 수축에 의해 크기가 감소하였으므로 현재 태양계의 크기보다 컸다.

170 피겨 스케이팅 선수가 팔을 벌린 상태에서 회전하다가 팔을 오므리면 회전 속도가 빨라지는 것과 같이 태양계 성운은 수축하면서 회전 속도가 점차 빨라졌다. 또한, 성운을 이루는 물질들은 회전에 의해 납작하게 퍼져 나가 회전축에 수직인 평면에 원반 모양을 이루었다.

171 ㄱ. 태양계 성운의 중심부에 원시 태양이 형성될 수 있었던 것

은 중력 수축하면서 밀도가 증가하면서 온도가 상승하였기 때문이다.
ㄷ. 태양계 성운이 원반 모양을 형성한 것은 성운이 회전하는 과정에서 원심력에 의해 물질이 밀려나갔기 때문이다.
[오답피하기] ㄴ. 태양계 성운이 중력 수축하는 과정에서 감소한 위치 에너지가 열에너지로 전환되었으므로 성운 중심부의 온도는 점차 상승하였다.

172 태양 에너지는 태양 내부의 핵에서 4개의 수소 원자가 융합하여 1개의 헬륨 원자가 되는 과정에서 감소한 질량이 에너지로 변환된 것이다.
[오답피하기] ① 수소 핵융합 반응이 일어나기 위해서는 온도가 1,000만 K 이상으로 높아야 하므로 태양 내부의 핵에서 일어난다.
②, ④ 지구는 구형이므로 저위도에서 고위도로 갈수록 태양 에너지의 흡수량이 감소하여 저위도의 열이 고위도로 이동하게 되는데, 이 과정에서 대기와 해수의 순환이 일어난다.
⑤ 태양의 고도가 높을수록 단위 면적당 들어오는 태양 복사 에너지의 양은 증가하므로 저위도에서 고위도로 갈수록 흡수량이 감소한다.

오개념 피하는 노하우

■ **수소 핵융합 반응**
수소 핵융합 반응은 온도가 1,000만 K 이상으로 높은 별의 중심핵에서 수소 원자 4개가 융합하여 헬륨 원자 1개를 형성하는 반응을 말한다.

$$4\text{H} \longrightarrow 1\text{He} + E(\text{에너지})$$

이 과정에서 미세한 질량의 감소가 일어나며, 감소한 질량이 $E = \Delta mc^2$(c : 광속)에 의해 에너지로 변환된다.

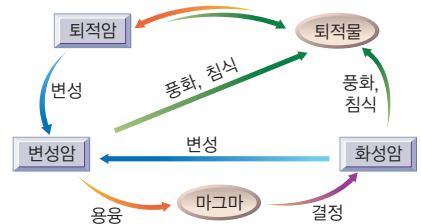
173 ㄱ. (가)의 구름은 지표의 물이 태양 에너지에 의해 증발하여 대기로 이동하고, 증발한 수증기가 작은 물방울이 되어 대기 중에 떠 있는 현상이다.
ㄷ. (다)의 석탄은 식물이 광합성을 하여 태양 에너지를 식물체 내에 고정시킨 후 지층에 매몰되어 생성된 것이다.
[오답피하기] ㄴ. 지진은 지구 내부의 에너지가 암석 속에 축적되었다가 방출되는 현상으로, 태양 에너지와는 관련이 없다.

174 ㄴ. 지구는 구형이므로 위도에 따라 흡수되는 태양 에너지의 양이 다르며, 저위도의 해양에 흡수된 태양 에너지의 일부는 해수의 순환에 의해 고위도로 이동한다.
ㄷ. 식물에 흡수된 태양 에너지는 지층에 매몰되어 화석 연료로 전환된다.
[오답피하기] ㄱ. 대기와 육지에 흡수되는 태양 에너지의 양은 저위도에서 고위도로 갈수록 감소한다.

175 ㄱ. 지표의 물은 태양 에너지에 의해 증발하여 대기로 이동하고, 대기 중의 수증기는 응결하여 비나 눈이 되어 지표로 되돌아오는 순환이 일어난다.
ㄷ. 태풍은 태양 에너지에 의해 증발한 수증기가 대기 중에서 응결하면서 방출된 열에너지에 의해 발생한다.
[오답피하기] ㄴ. 화산 활동은 지구 내부의 열이 지표로 방출되는 현상이므로 태양 에너지와 관련이 없다.
ㄹ. 밀물과 썰물은 태양과 달의 인력이 해수에 작용하여 생기는 주기적인 현상이므로 태양 에너지와 관련이 없다.

176 A는 변성 작용, B는 암석의 용융, C는 마그마의 냉각, D는 풍화와 침식 작용, E는 다져지고 굳어지는 작용이다. 풍화와 침식 작용은 물과 공기의 순환 과정에서 일어나므로 A~E 중에서 주로 태양 에너지에 의해 일어나는 과정은 D이다.
[오답피하기] A와 B는 지구 내부의 열에너지에 의해 일어나고, C는 지구 내부의 열이 방출되는 과정이며, E는 중력 에너지에 의해 일어난다.

통합형 문제 파헤치기

■ **암석의 순환 + 에너지**

- 암석의 순환 : 암석의 종류에는 퇴적암, 변성암, 화성암이 있다. 퇴적암과 화성암이 열과 압력을 받으면 변성암이, 변성암이 용융되면 마그마를 거쳐 화성암이 된다. 또 변성암, 화성암, 퇴적암이 침식과 풍화 작용을 거치면 퇴적물이 되고 퇴적물이 다져지고 굳어져 퇴적암이 된다. 이와 같이 암석은 끊임없이 순환한다.
- 에너지 : 변성암이 만들어질 때 영향을 미치는 열과, 암석을 녹여 마그마를 만드는 열은 지구 내부 에너지에 의한 것이다. 마그마가 식어 심성암이 되거나 지표 부근으로 분출하여 화산암이 되면 지구 내부 에너지가 방출된다. 암석이 풍화, 침식을 받는 과정은 바람, 물, 유수, 기온의 변화 등에 의해 진행되며 이와 같은 현상은 태양 에너지에 의해 일어난다.

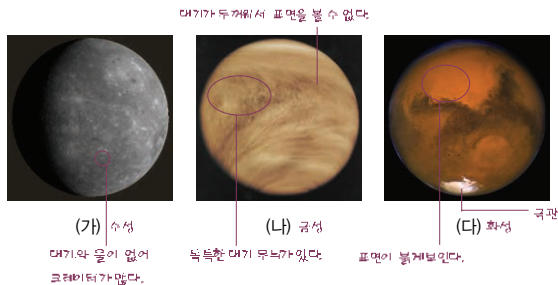
177 (가)는 온실 효과가 큰 금성이고, (나)는 양극에 극관이 나타나는 화성이다. 화성은 화산 활동에 의해 형성된 올림푸스 화산이 있다.
[오답피하기] ①, ② (가)는 두꺼운 이산화탄소의 대기로 덮여 있어 온실 효과가 크게 일어나는 금성이다. 금성은 자전 방향이 공전 방향과 반대이다.
③ 화성은 지구형 행성에 속하므로 표면이 암석 물질로 이루어져 있다.
⑤ 금성은 표면 온도가 매우 높고, 화성은 표면 온도가 매우 낮으므로 액체 상태의 물이 존재하기 어렵다.

178 ㄷ. 수성 표면에 운석 구덩이(크레이터)가 많은 것은 물과 대기가 없으므로 풍화와 침식 작용이 일어나기 어렵기 때문이다.
[오답피하기] ㄱ. 수성은 낮과 밤의 표면 온도 차이가 매우 크

게 나타나는데, 이는 대기가 없기 때문이다. 따라서 수성에서는 온실 효과가 일어나지 않는다.
ㄴ. 수성은 내행성이므로 공전 궤도 반지름이 지구보다 작다.

179 행성의 표면 온도는 태양과의 거리와 대기 조성에 의한 온실 효과의 영향을 받는다. 금성은 수성보다 태양과의 거리가 멀지만 표면 온도는 수성보다 더 높은데, 이는 수성에 대기가 없는 반면 금성은 대기압이 약 90기압으로 높고, 대기 주성분이 이산화탄소이므로 온실 효과가 크게 나타나기 때문이다.
[오답피하기] ㄷ. 평균 밀도는 행성의 표면 온도에 영향을 주지 않는다.
ㄹ. 공전 궤도 반지름은 수성의 표면 온도를 금성보다 더 높게 하는 요인이다.

180 금성은 두꺼운 CO_2의 대기로 덮여 있어 온실 효과가 크게 일어난다. 화성은 대기 주성분이 CO_2이지만 대기압이 매우 낮아서 대기 중 CO_2의 양이 적으므로 온실 효과가 거의 일어나지 않는다.
[오답피하기] ㄷ. 금성은 온실 효과에 의해 표면 온도의 일교차가 거의 없지만 화성은 온실 효과가 거의 일어나지 않으므로 일교차가 크게 나타난다.

181 (가)는 크레이터가 많은 수성, (나)는 두꺼운 대기로 인해 표면이 보이지 않고, 독특한 대기 무늬를 보이는 금성, (다)는 붉게 보이고, 극관이 나타나는 화성이다. 금성은 대기압이 약 90기압, 화성은 대기압이 약 0.01기압, 수성은 대기가 없다.

182 ㄷ. 금성은 위성을 가지지 않으며, 지구는 위성 수가 1개이다.
[오답피하기] ㄱ, ㄴ. 금성은 두꺼운 대기로 덮여 있어 대기압이 약 90기압이고, 대기에 의한 반사율이 매우 크다.
ㄹ. 금성은 자전 주기가 약 243일로 공전 주기보다 길다.

183 수성은 표면 온도가 높고, 중력이 작으므로 대기를 가지지 않는다. 화성은 자전축 기울기가 약 25°로 지구와 비슷하므로 지구와 비슷한 계절 변화가 일어난다.
[오답피하기] ㄴ. 태양계에서 가장 큰 올림푸스 화산은 화성에 있다.

184 ㄱ. 화성은 과거에 물이 풍부했던 것으로 추정되며, 물이 흘렀던 흔적이 관측된다.
ㄴ. 화성은 자전축 기울기가 지구와 비슷하여 지구에서 일어나는 것과 비슷한 계절 변화가 일어난다.
ㄷ. 화성 표면의 토양에는 산화철이 많이 포함되어 있어 화성이 붉게 보인다.

185 ㄷ. 수성과 달은 대기압이 0이므로 대기가 존재하지 않는다. 따라서 풍화와 침식 작용이 거의 일어나지 않으므로 표면에 충돌한 운석의 흔적이 많이 관측된다.
[오답피하기] ㄱ. 수성과 달은 밤낮의 표면 온도 차이가 크게 나타나는데, 이는 대기가 없어 온실 효과가 일어나지 않기 때문이다.
ㄴ. 수성과 달은 풍화와 침식 작용이 거의 일어나지 않는다.

186 A는 수성, B는 지구, C는 화성, D는 금성이다. C는 대기 주성분이 이산화탄소이지만 대기압이 매우 낮은 화성이고, D는 두꺼운 이산화탄소의 대기로 덮여 있는 금성이다. 따라서 금성은 화성보다 온실 효과가 강하게 일어나고, 태양으로부터의 거리가 가까우므로 표면 온도는 금성이 더 높다.
[오답피하기] ① A는 수성이다. 수성은 대기가 없으므로 반사율이 낮으며, 반사율이 가장 높은 행성은 금성이다.
② A(수성)는 대기가 없으므로 풍화와 침식 작용이 일어나기 어렵다. 따라서 크레이터는 D(금성)보다 A(수성)에 많다.
④ B는 대기를 가지고, 대기 주성분이 이산화탄소가 아니므로 지구이다. 지구는 질소와 광합성에 의해 생성된 산소가 대기 중에 풍부하다.
⑤ B는 지구이고, 태양계에서 가장 큰 화산인 올림푸스 화산이 있는 행성은 C(화성)이다.

187 ㄱ. 대적점, 고리, 대흑점 등이 보이므로 이 행성들의 공통점은 목성형 행성이다. 목성형 행성은 지구보다 자전 주기가 짧다.
ㄷ. 목성형 행성의 대기는 수소, 헬륨 등으로 이루어져 있어 지구형 행성의 대기보다 가볍다.
[오답피하기] ㄴ. 목성형 행성은 표면이 기체로 이루어져 있고, 지구형 행성은 표면이 암석질로 이루어져 있다.

188 ㄱ. A는 거대한 대기 소용돌이인 대적점이다.
ㄴ. B와 같이 밝고 어두운 줄무늬는 목성이 빠르게 자전하기 때문에 생긴 대기 현상이다.
[오답피하기] ㄷ. 대적점과 줄무늬가 나타나는 행성은 목성이고, 태양계에서 평균 밀도가 가장 작은 행성은 토성이다.

189 편평도는 행성이 빠르게 회전할수록, 구성 물질이 가벼울수록 크므로 목성형 행성이 지구형 행성보다 크다. 지구형 행성의 평균 밀도가 목성형 행성보다 큰 것은 구성 물질이 무거운 성분이

기 때문이다.

모범답안 편평도는 목성형 행성이 지구형 행성보다 크고, 구성 물질은 지구형 행성이 목성형 행성보다 무겁다.

채점 기준	배점
편평도와 구성 물질을 모두 옳게 비교한 경우	7점
편평도와 구성 물질 중 한 가지만 옳게 비교한 경우	3점

190 A 집단은 B 집단보다 질량과 반지름이 작으므로 A는 지구형 행성, B는 목성형 행성이다.
ㄱ. B(목성형 행성)는 모두 고리를 가지고, A(지구형 행성)는 모두 고리를 가지지 않는다.
ㄴ. 편평도는 자전 주기가 짧고, 평균 밀도가 작을수록 크다. A(지구형 행성)는 B(목성형 행성)보다 무거운 성분으로 이루어져 있어 평균 밀도가 크고, 자전 속도가 느리므로 편평도는 작다.
ㄷ. 평균 밀도는 암석질로 이루어진 A(지구형 행성)가 B(목성형 행성)보다 크다.

191 (나)는 청록색을 띠는 천왕성이다. 천왕성이 청록색을 띠는 것은 대기 성분 중에 메테인이 포함되어 있기 때문이다.
[오답피하기] ① (가)와 (나)는 목성형 행성이므로 평균 밀도가 지구보다 작다.
② (가)와 (나)는 모두 목성형 행성에 속한다.
③ (가)는 대흑점이 보이는 해왕성으로, 표면이 기체 상태이다.
⑤ 천왕성은 자전축 기울기가 약 98°이므로 공전 궤도면과 거의 나란하다.

192 ㄱ. 금성은 대기가 풍부하지만 수성은 대기가 없으므로 풍화와 침식 작용은 금성에서 활발하였을 것이다. 따라서 크레이터는 금성보다 수성에 더 많다.
ㄷ. 목성형 행성은 수소, 헬륨 등으로 이루어져 있고, 지구형 행성은 이산화탄소, 질소, 산소 등으로 이루어져 있으므로 목성형 행성의 대기 성분이 더 가볍다.
[오답피하기] ㄴ. 금성과 화성은 대기 주성분이 이산화탄소이지만 화성의 표면 온도 차이가 더 크게 나타나는 것으로 보아 온실 효과는 화성보다 금성에서 활발하게 일어난다.
ㄹ. 태양으로부터 멀어질수록 행성의 공전 궤도 반지름은 증가하고, 단위 면적당 태양 복사 에너지의 입사량은 감소한다.

193 A, C, E, F는 목성형 행성으로, 수소와 헬륨 등 가벼운 물질로 이루어져 있어 평균 밀도가 작다.
[오답피하기] B와 D는 지구형 행성이므로 고리를 가지지 않으며, C는 목성형 행성이므로 크레이터가 생기지 않는다.

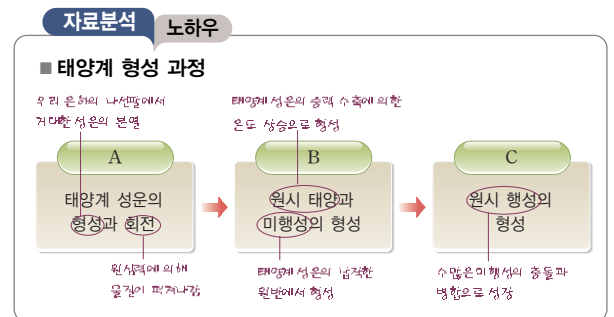
194 표면 중력은 뚜렷한 경향성을 보이지 않으므로 지구형 행성과 목성형 행성을 구분하는 기준으로 적절하지 않다.
[오답피하기] 지구형 행성은 질량과 반지름이 작고, 평균 밀도가 크며, 자전 주기가 길다.

195 지구형 행성은 질량과 반지름이 작고(A), 평균 밀도가 크며(C), 자전 속도가 느리고 편평도가 작다(E).

내신 완성 1등급문제 pp.54~55

196 ① **197** ⑤ **198** ④ **199** ③ **200** ② **201** ⑤ **202** 해설 참조 **203** 해설 참조 **204** 해설 참조

196 ㄱ, ㄴ. 행성들은 납작한 회전 원반상에서 형성되었으므로 거의 동일한 평면상에 위치하며, 공전 방향이 모두 같다.
[오답피하기] ㄷ. 태양의 중심핵에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 것은 중력 수축에 의해 온도가 상승하였기 때문이며, 회전 원반과는 관련이 없다.
ㄹ. 금성과 천왕성의 자전 방향이 지구의 공전 방향과 반대인 것은 회전 원반과는 관련이 없다.

197 ㄱ. 태양계가 우리 은하의 나선팔에 위치하므로 태양계 성운은 우리 은하의 나선팔에서 형성되었다.
ㄴ. 태양계 성운이 회전하였으므로 A → B 과정에서 태양계 성운의 모양은 점차 납작해졌다.
ㄷ. 원시 행성은 미행성의 충돌과 병합에 의해 성장하여 형성되었으므로 B → C 과정에서 미행성의 충돌과 병합이 일어났다.

198 ㄴ. 지구의 단면적이 πR^2이고, 단면적 $1m^2$에 도달하는 태양 복사 에너지의 양이 $1,500W/m^2$이므로 지구가 받는 태양 복사 에너지의 총량은 $1,500\pi R^2 W$이다.
ㄷ. 지구는 구형이므로 극에서는 햇빛이 비스듬하게 입사한다. 햇빛에 수직인 면적 $1m^2$에 도달하는 태양 복사 에너지의 양이 $1,500W/m^2$이므로 극지방 $1m^2$에 도달하는 태양 복사 에너지의 양은 $1,500W/m^2$보다 적다.
[오답피하기] ㄱ. 지구의 반지름이 R이므로 지구의 단면적은 πR^2이다.

199 ㄱ. 위도에 따른 태양 광선의 입사각 차이는 지구가 구형이기 때문에 생긴다.
ㄴ. 태양 광선이 적도 지방을 수직으로 비추므로 (가)는 적도이고, (나) → (다)로 갈수록 위도가 높아진다.
[오답피하기] ㄷ. 태양 광선이 지표에 도달하는 각도는 고위도로 갈수록 감소하며, 태양 광선의 입사각이 작을수록 지표가 받는 태양 복사 에너지의 양이 감소한다.

200 수성은 대기를 가지지 않으므로 풍화와 침식 작용이 일어나지 않으며, 표면에 크레이터가 많다.
[오답피하기] ① 온실 효과가 가장 큰 행성은 두꺼운 이산화탄소 대기를 가지는 금성이다.
③ 화성은 대기가 희박하므로 온실 효과가 거의 일어나지 않기 때문에 표면 온도의 일교차가 크다.
④ 금성의 표면 온도가 수성보다 높은 것은 온실 효과 때문이다.
⑤ 지구의 대기에 산소가 풍부한 것은 식물이 출현하여 광합성을 일으켰기 때문이다.

201 공전 주기는 태양으로부터의 거리와 관련이 있고, 편평도는 행성의 자전 주기, 평균 밀도와 관련이 있으므로 공전 주기와 편평도는 서로 관련이 없다.
[오답피하기] ① A는 자전축 기울기가 177.3°이므로 거의 정반대로 기울어져 있으며, 자전 방향은 B와 반대이다.
② B와 C는 자전축 기울기가 거의 같으므로 비슷한 계절 변화가 일어난다.
③ D는 자전축 기울기가 97.9°로 공전 궤도와 거의 나란하므로 공전 주기의 절반은 낮에 해당하고, 나머지 절반은 밤에 해당한다.
④ 태양으로부터의 거리가 멀수록 공전 주기가 길어진다. 단위면적당 햇빛의 입사량은 태양으로부터의 거리가 멀수록 감소하므로 A가 가장 많다.

202 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악
제시된 그림에서 행성들의 위치가 어떤 특징이 있는지 생각해 본다.

Step 2 관련 개념 모으기
❶ **황도면이란?**
→ 공전하는 지구에서 태양을 보면 태양이 천구 상에서 1년을 주기로 별자리 사이를 움직여가게 되는데, 이때 태양이 다니는 길을 황도라 하고, 황도를 포함하는 면을 황도면이라고 한다.
❷ **지구의 공전 궤도면과 황도면의 관계는?**
→ 지구의 공전 궤도면을 천구 상에 투영한 면이 황도면이므로 지구의 공전 궤도면과 황도면은 동일한 평면을 이룬다.

답안작성 키워드 태양계 성운, 원반, 공전 궤도면

모범답안 태양계 성운은 회전하면서 납작한 원반 모양이 되었고, 이 원반 내에서 행성들이 형성되어 행성들의 공전 궤도면이 거의 동일한 평면을 이루었기 때문이다.

유사답안 행성들의 공전 궤도면은 지구의 공전 궤도면과 거의 동일한 평면에 있다. 이는 태양계 성운이 회전하면서 납작한 원반 모양을 이루었기 때문이다. 그런데 황도면과 지구의 공전 궤도면은 동일한 평면에 있으므로 지구에서 보면 행성들은 황도 부근에서 관측된다.

채점 기준	배점
태양계 성운의 원반 모양과 행성들의 공전 궤도면을 모두 옳게 서술한 경우	10점
태양계 성운이 원반 모양을 형성한 과정만 옳게 서술한 경우	5점
행성들의 공전 궤도면이 거의 동일한 평면임을 서술한 경우	3점

203 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악
제시된 그림에서 흰 부분이 어떤 현상인지 알고 있어야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기
❶ **극관이란?**
→ 화성의 양극에는 얼음과 드라이아이스로 이루어진 부분이 있는데, 이를 극관이라고 한다.
❷ **화성에 계절 변화가 일어나는 이유는?**
→ 계절 변화는 햇빛을 받는 양에 차이가 생기기 때문에 일어난다. 화성은 자전축이 기울어져 있으므로 계절 변화가 일어난다.

답안작성 키워드 자전축 기울기, 계절 변화

모범답안 화성은 자전축 기울기가 지구와 비슷하여 계절 변화가 일어나기 때문이다.

유사답안 화성은 자전축 기울기가 약 25°로 지구와 비슷하므로 지구와 비슷한 계절 변화가 일어난다. 따라서 화성의 여름철에는 극관이 녹아 흰 면적이 감소하고, 겨울철에는 극관이 형성되어 흰 면적이 증가한다.

채점 기준	배점
화성의 자전축 기울기와 계절 변화를 모두 옳게 서술한 경우	7점
화성의 자전축 기울기만 옳게 서술한 경우	5점
화성의 계절 변화만 옳게 서술한 경우	2점

204 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

편평도의 개념과 이에 영향을 미치는 물리량이 무엇인지 생각해 본다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ **편평도란?**

➞ 행성의 모양이 납작한 정도를 말한다. 지구형 행성보다 목성형 행성의 편평도가 크다.

❷ **편평도에 영향을 주는 물리량은?**

➞ 자전 주기가 짧을수록 원심력이 커서 편평도가 커지고, 평균 밀도가 작을수록 구성 물질이 쉽게 퍼져 나가서 편평도가 커진다.

답안작성 키워드 **자전 주기, 평균 밀도**

모범답안 토성은 자전 주기가 짧고(자전 속도가 빠르고), 평균 밀도가 작기 때문이다.

유사답안 토성은 목성형 행성이므로 자전 주기가 짧고(자전 속도가 빠르고), 평균 밀도가 $0.7 g/cm^3$로 행성 중에서 가장 작으므로 편평도가 크다.

채점 기준	배점
자전 주기와 평균 밀도를 모두 옳게 서술한 경우	7점
자전 주기와 평균 밀도 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	3점

05 | 태양계의 역학

핵심 문제로 **개념 마무리** p.58

205 (1) × (2) ○ (3) × **206** (1) 관성 법칙 (2) 작용 · 반작용 법칙 (3) 가속도 법칙 **207** ㄴ **208** (1) ○ (2) ○ (3) × **209** A : 그믐달, B : 초승달, C : 상현달, D : 보름달(망), E : 하현달 **210** (1) × (2) ○ (3) ×

205 (1) 행성들의 공전 궤도는 거의 원에 가까우므로 이심률은 0에 가깝다.
(2) 행성들의 공전 속도는 케플러 제2법칙에 따라 근일점에서 가장 빠르고, 원일점에서 가장 느리다.
(3) 행성들의 공전 주기의 제곱은 공전 궤도 장반경의 세제곱에 비례한다.

206 (1) 옷을 털 때 먼지는 관성에 의해 그대로 정지해 있으므로 먼지가 떨어진다.
(2) 바닥을 차면 바닥이 발바닥에 같은 크기의 힘이 작용하므로 몸이 위로 뛰어오른다.
(3) 자전거를 뒤에서 계속 밀면 힘이 가해지므로 가속도 운동을 하여 속도가 빨라진다.

207 ㄱ. 천동설은 고대의 여러 철학자들이 주장하였고, 이를 프톨레마이오스가 집대성하였다.
ㄴ. 천동설에서는 태양, 별, 달을 비롯한 모든 행성들이 지구 주위를 돈다.
ㄷ. 갈릴레이가 관측한 보름달 모양의 금성 위상은 천동설에서는 설명되지 않는다.

208 (1) 일주 운동은 지구 자전에 의한 겉보기 현상이므로 1시간에 15°씩 일주 운동을 한다.
(2) 천구의 북극과 남극은 지구 자전축의 연장점이므로 북쪽 하늘에서 일주 운동의 궤적은 천구의 북극에 대해 동심원을 그린다.
(3) 일주 운동은 지구의 자전에 의해 생기는 현상이지만 지구 자전의 증거는 아니다.

209 달은 햇빛을 받아 반사시킴으로써 밝게 보이며, 지구에서 보이는 밝은 부분이 달의 위상이다. A는 왼쪽이 약간 보이는 그믐달, B는 오른쪽이 약간 보이는 초승달, C는 오른쪽 절반이 보이는 상현달, D는 전체가 밝게 보이는 보름달(망), E는 왼쪽 절반이 보이는 하현달이다.

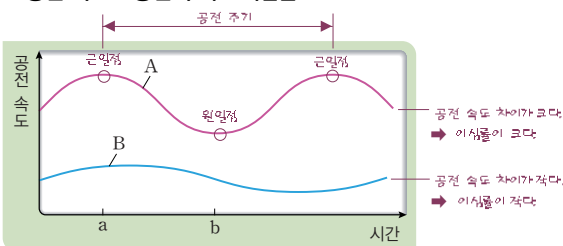
210 (1) 일식은 달이 태양을 가리는 현상이므로 태양-달-지구의 순으로 일직선을 이룬다.
(2) 개기 일식 때에는 달이 태양 광구 전체를 가린다.
(3) 월식은 달이 지구의 본그림자 속에 들어갈 때 일어난다. 달이 지구의 본그림자 속에 모두 들어가면 개기 월식, 일부가 들어가면 부분 월식이 일어난다.

내신 분석 기출문제 pp.59~65

211③	212③	213①	214②	215⑤	216①	
217 A>B>C		218④	219⑤	220③	221④	222④
223②	224⑤	225⑤	226⑤	227 해설 참조		228②
229④	230②	231④	232④	233 A − (, B −)		
234①	235①	236⑤	237②	238②	239①	
240 해설 참조		241①	242⑤	243⑤	244③	
245㉠: 삭, ㉡: 망, ㉢ 지 구						

211 ㄴ. A는 태양에서 가장 가까운 위치인 근일점이고, B는 태양에서 가장 먼 위치인 원일점이다.
ㄷ. 태양은 행성 공전 궤도의 두 초점 중 한 점에 위치한다.
[오답피하기] ㄱ. 단축 길이의 절반이 단반경이고, 장축 길이의 절반이 장반경이다. 그림에서 장반경은 $\frac{b}{2}$이다.
ㄹ. 행성이 A → B로 공전한 면적과 B → A로 공전한 면적은 같으므로 면적 속도 일정 법칙에 따라 공전하는 데 걸린 시간은 같다.

212 같은 시간에 행성과 태양을 잇는 선이 쓸고 지나간 면적은 같으므로 $S_A = S_B$이다. 또한, 면적 속도가 일정하기 위해서는 행성이 근일점(A)을 지날 때 공전 속도가 가장 빠르고, 원일점(B)을 지날 때 공전 속도가 가장 느려야 하므로 공전 속도는 A>B이다.

213 ㄱ. 공전 궤도 이심률이 클수록 근일점과 원일점에서의 공전 속도 차이가 커지므로 이심률은 A가 B보다 크다.
[오답피하기] ㄴ. 태양으로부터의 거리가 멀어질수록 공전 속도가 느려지므로 태양으로부터의 평균 거리는 A가 B보다 가깝다.
ㄷ. A는 a 시간에 근일점, b 시간에 원일점에 있으므로 공전 주기는 2×(b−a)에 해당한다.

214 정지 상태의 종이가 그대로 정지해 있으려고 하는 성질이므로 관성 법칙으로 설명된다. 달리던 도중에 돌부리에 걸리면 몸이 관성에 의해 앞으로 나아가므로 넘어지게 되는데, 이 현상도 관성 법칙으로 설명된다.
[오답피하기] ①과 ⑤는 가속도 법칙으로 설명되고, ③과 ④는 작용 · 반작용 법칙으로 설명된다.

215 ㄱ, ㄴ. 지구와 달 사이에 작용하는 만유인력은 서로 작용 · 반작용 관계이므로 힘 F_1과 F_2는 크기가 같고 방향이 반대이다.
ㄷ. 만유인력의 크기는 두 물체 사이의 거리의 제곱에 반비례하므로 F_1의 크기는 지구와 달 사이의 거리가 멀어질수록 작아진다.

216 ㄱ. 만유인력의 크기는 두 물체 사이의 거리의 제곱에 반비례한다. A에서 B로 이동하는 동안 태양과 행성 사이의 거리가 가까워지므로 행성이 태양으로부터 받는 힘의 크기는 증가한다.
[오답피하기] ㄴ. 행성이 태양으로부터 받는 힘의 크기가 증가하면 태양이 행성으로부터 받는 힘의 크기도 증가한다.
ㄷ. 행성이 태양 주위를 공전하는 것은 두 천체 사이의 만유인력 때문이므로 행성이 힘을 받는 방향은 태양 방향이다.

217 가속도(a)는 물체의 질량(m)에 반비례하고, 물체에 작용한 힘의 크기(F)에 비례한다. 따라서 물체 A, B, C의 가속도의 크기는 4 : 0.5 : 0.25의 비율이다.

218 금성은 항상 태양과 지구를 잇는 선상에 위치하므로 금성은 초승달이나 그믐달 모양으로 보이게 된다.
[오답피하기] ①, ② 지구가 우주의 중심인 우주관인 천동설 모형으로, 프톨레마이오스가 체계를 확립하였다.
③ 달은 단순하게 지구 주위를 돌기 때문에 달은 지구를 중심으로 태양의 반대쪽에 위치하는 경우도 있다.
⑤ 이 모형의 수성은 항상 태양과 지구를 잇는 선상에 위치하므로 수성−지구−태양의 순으로 일직선을 이루는 경우는 없다.

219 금성의 상대적인 위치가 지구−태양−금성의 순으로 배열되는 경우에는 금성이 보름달 모양으로 보인다.
[오답피하기] ①, ② 지동설은 태양 중심설이라고도 하며, 코페르니쿠스가 주장하였다.
③ 지동설에서는 지구가 자전하므로 천구 상의 별이 일주 운동을 하는 것이 설명된다.
④ 지동설은 지구가 태양 주위를 공전하는 우주관이다.

220 ㄱ. 행성들이 주전원을 따라 도는 과정에서 주전원의 중심이 이동하는 방향과 반대로 돌 때는 행성의 역행이 일어날 수 있다.
ㄴ. 태양과 달은 항상 동쪽에서 떠서 서쪽으로 지는 순행만 일어나므로 천동설 모형에서 주전원은 도입하지 않는다.
[오답피하기] ㄷ. 수성과 금성의 주전원 중심을 태양과 지구를 잇는 선상에 둔 것은 초저녁이나 새벽에만 보이는 것을 설명하기 위해서이다.

221 ㄴ, ㄷ. 천동설 모형에서 금성은 태양과 지구 사이에 위치하므로 초승달 모양의 A 위상이 나타나지만 보름달 모양의 B 위상은 나타나지 않는다.

[오답피하기] ㄱ. 프톨레마이오스의 천동설에서는 모든 천체들이 지구 주위를 돈다. 그런데 갈릴레이의 관측에 따르면 목성 주위를 도는 위성이 4개 발견되었으므로 이는 천동설을 부정하는 관측 결과에 해당한다.

222 ㄱ, ㄴ, ㄷ. 태양 주위를 지구가 공전하는 지동설 모형에서는 별의 연주 시차와 태양의 연주 운동이 설명된다. 또한, 지구와 행성의 공전 속도 차이에 의해 행성이 역행 운동하는 것도 설명된다.

[오답피하기] ㄹ. 금성은 상대적인 위치에 따라 초승달, 그믐달, 상현달, 하현달, 보름달 등의 위상 변화가 일어나며, 지동설에서는 이러한 위상 변화가 모두 설명된다.

오개념 피하는 노하우

■ **금성의 관측 시각**

금성은 한밤중에는 관측되지 않고 해 질 무렵 서쪽 하늘이나 해 뜰 무렵 동쪽 하늘에서만 관측된다. 이는 금성의 최대 이각과 관련이 있다. 지동설에서는 내행성의 운동으로 최대 이각을 설명하고, 천동설에서는 금성과 태양을 잇는 선상에 금성의 주전원 중심을 두어 최대 이각을 설명한다.

223 일주 운동의 모습이 동심원으로 나타나므로 북쪽 하늘을 촬영한 것이다. 또한, 지구가 1시간에 15°씩 자전하므로 별도 1시간에 15°씩 일주 운동한다. 사진에서 일주 운동을 한 호의 중심각이 30°이므로 2시간 동안 촬영한 사진이다.

224 ㄷ. 푸코 진자의 진동면이 지구 자전의 반대 방향으로 회전하는 것은 지구가 자전하기 때문에 생기는 현상으로, 만약 지구가 자전하지 않는다면 설명되지 않으므로 지구 자전의 증거이다.

ㄹ. 적도에서 북극을 향해 이동하는 물체는 전향력이 작용하여 운동 방향이 오른쪽으로 휘어진다. 이는 지구가 자전하기 때문에 생기는 현상으로, 만약 지구가 자전하지 않는다면 설명되지 않으므로 지구 자전의 증거이다.

[오답피하기] ㄱ. 계절에 따라 별자리가 달라지는 것은 태양이 연주 운동을 하여 별자리가 뜨는 시각이 매일 조금씩 빨라지기 때문이다.

ㄴ. 북쪽 하늘의 별이 북극성을 중심으로 원운동을 하는 것은 일주 운동에 해당하며, 이는 지구가 자전하기 때문에 생기는 현상이지만 지구가 자전하지 않고, 별들이 북극성을 중심으로 원운동을 한다고 해도 설명이 되므로 지구 자전의 증거는 아니다.

225 ㄱ. 인공위성의 공전 주기를 알면 케플러 제3법칙을 이용하여 궤도 장반경을 구할 수 있다.

ㄴ. 인공위성의 궤도가 이동하는 것은 지구 자전 때문이며, 지구가 자전하지 않는다면 설명되지 않으므로 지구 자전의 증거이다.

ㄷ. 인공위성의 공전 궤도는 변하지 않지만 지구가 서쪽에서 동쪽으로 자전하므로 지상의 관측자가 보면 인공위성의 궤도는 a 방향(서쪽)으로 이동한다.

226 ㄱ. 푸코 진자 진동면의 회전은 지구가 자전하는 경우 이외에는 설명되지 않으므로 지구 자전의 증거이다.

ㄴ. 진동면은 지구 자전의 반대 방향으로 회전하므로 북반구에 놓인 푸코 진자는 진동면이 시계 방향으로 회전한다.

ㄷ. 남반구에서는 지구가 시계 방향으로 자전하므로 진동면의 회전 방향은 시계 반대 방향이다.

227 태양의 연주 운동이 일어나는 주기는 지구의 공전 주기와 같으므로 지구의 공전 주기가 1년보다 짧아지면 태양의 연주 운동 주기도 1년보다 짧아진다. 별의 연주 시차는 지구의 공전 주기가 아니라 공전 궤도의 장반경과 관련이 있는 값이다.

모범답안 (가) 태양의 연주 운동의 주기는 지구의 공전 주기와 같으므로 짧아진다.
(나) 별의 연주 시차는 공전 주기와 관련이 없으므로 변하지 않는다.

채점 기준	배점
(가), (나) 모두 옳게 서술한 경우	7점
(가), (나) 중 하나만 옳게 서술한 경우	5점

228 3월에 가장 오랫동안 볼 수 있는 별자리는 태양의 반대쪽에 있는 별자리이므로 B이다.

229 ㄴ, ㄷ. 태양의 연주 운동은 지구의 공전에 의해 생기는 겉보기 운동이므로 지구에서 본 태양의 이동 방향은 지구의 공전 방향과 같으며, 태양이 별자리 사이를 움직여 가므로 계절에 따라 볼 수 있는 별자리가 달라진다.

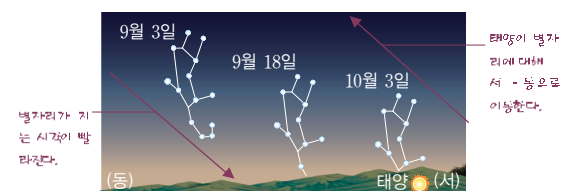
[오답피하기] ㄱ. 태양의 연주 운동은 지구의 공전에 의한 현상이지만 지구 주위를 태양이 1년에 1회 회전한다고 해도 설명이 되므로 지구 공전의 증거는 아니다.

230 ㄷ. 지구의 공전에 의해 태양이 황도를 따라 서에서 동으로 연주 운동을 하면 별자리가 뜨거나 지는 시각이 조금씩 빨라진다.

[오답피하기] ㄱ. 보름 간격의 별자리 위치 변화를 비교해 보면 처녀자리가 지는 시각이 빨라졌다.

ㄴ. 태양은 연주 운동을 하여 황도를 따라 서에서 동으로 하루에 약 1°씩 이동한다.

자료분석 노하우

■ **태양의 이동 + 별자리의 위치 변화**

231 시차는 6개월 간격의 지구 위치에서 본 별의 위치 변화에 해당하며, 연주 시차는 시차의 $\frac{1}{2}$이다. 별 A의 시차가 0.2″이므로 연주 시차는 0.1″이다.

232 보름달은 초저녁에 동쪽에서 뜨고, 자정에는 남쪽 하늘에 있으며, 새벽에 서쪽으로 지므로 초저녁부터 새벽까지 관측된다.
[오답피하기] ① (가)는 왼쪽 절반이 밝게 보이는 하현달, (다)는 오른쪽 절반이 밝게 보이는 상현달이다.
② 보름 동안 달의 위상은 상현달 → 보름달 → 하현달로 변하므로 관측한 순서는 (다) → (나) → (가)이다.
③ 하현달인 (가)는 자정부터 새벽까지 관측되고, 상현달인 (다)는 초저녁부터 자정까지 관측된다.
⑤ (가) 이후에 달의 위상이 삭이 되므로 관측 기간 동안 달의 위상은 삭인 적이 없다.

233 A는 달이 태양보다 서쪽(오른쪽)에 있으므로 달의 왼쪽이 조금 보이는 그믐달이다. B는 달이 태양보다 동쪽(왼쪽)에 있으므로 달의 오른쪽이 조금 보이는 초승달이다.

234 ㄱ. (가)는 하현달이므로 남쪽 하늘에서 보이는 때는 해가 뜨기 직전이고, (나)는 상현달이므로 남쪽 하늘에서 보이는 때는 해가 진 직후이다.
[오답피하기] ㄴ. 달의 위상이 하현달에서 상현달로 변하는 시기 사이에 삭을 거치지만 보름달(망)이 관측되지는 않는다.
ㄷ. 달은 지구 주위를 하루에 약 13°씩 서 → 동으로 공전하므로 다음날 같은 시각에 달의 위치는 동쪽으로 치우쳐 있다.

235 ㄱ. 해가 진 직후에 서쪽 지평선 부근에서 보이는 달은 초승달이다.
[오답피하기] ㄴ. 초승달이 관측된 후 일주일 후에는 상현달을 볼 수 있다.
ㄷ. 달은 동쪽에서 떠서 서쪽으로 지는 일주 운동을 하므로 이 시각부터 6시간 후에 달은 지평선 아래에 위치하여 관측할 수 없다.

236 (가)는 달이 자전하지 않고 공전만 하는 경우이므로 지구에서 보면 달의 앞면과 뒷면을 모두 볼 수 있다. (나)에서는 달이 1회 공전하는 동안 1회 자전하므로 달의 앞면만 볼 수 있으며, 달의 자전 주기는 항성월과 같은 약 27.3일이다.

237 ㄴ. 해가 진 직후에 초승달은 서쪽 지평선 부근에서 보이고, 상현달은 (나)에 의해 남쪽 하늘에서 보인다. 따라서 초승달은 상현달보다 서쪽에서 보인다.
[오답피하기] ㄱ. (가)는 달의 공전 주기와 자전 주기가 같기 때문에 생기는 현상이다.
ㄷ. (나)는 달이 지구 주위를 서 → 동으로 공전하기 때문에 생기는 현상이며, 자전 주기와는 관련이 없다.

238 ㄷ. 삭망월은 항상월보다 약 2.2일 긴데, 이는 달이 지구 주위를 공전하는 동안 지구도 태양 주위를 공전하기 때문이다.
[오답피하기] ㄱ. 삭망월은 달의 위상이 반복되는 주기에 해당하므로 A에서 C까지의 시간이다.
ㄴ. 항성월은 삭망월보다 약 2.2일 짧으므로 A에서 C까지의 시간보다 약간 짧다.

239 ㄱ. 달은 서에서 동으로 공전하므로 일식이 시작될 때는 태양의 서쪽(지구에서 볼 때 오른쪽)부터 먼저 가려진다. 따라서 (가)는 일식이 시작될 때의 모습이고, (나)는 개기 일식이므로 순서는 (가) → (나)이다.
[오답피하기] ㄴ. (가)는 부분 일식이므로 우리나라가 달의 반그림자에 들어간 상태이다.
ㄷ. 일식이 일어난 날 달의 상대적인 위치는 태양–달–지구의 순이다.

240 (가)는 금환 일식이고, (나)는 개기 일식이다. 지구 주위를 도는 달이나 태양 주위를 도는 지구의 궤도는 모두 타원 궤도이므로 각각 지구–달, 태양–지구 사이의 거리는 일정하지 않으며, 지구에서 달 사이의 거리가 멀어진 시기에 태양–달–지구의 순으로 일직선을 이루게 되면 달의 시지경(달의 지름을 각도로 나타낸 값)이 작아지므로 태양의 가장자리를 가리지 못하여 금환 일식이 일어난다.

모범답안 지구와 달이 타원 궤도를 따라 공전하므로 일식이 일어날 때 지구와 달, 태양과 지구 사이의 거리가 항상 일정하지 않기 때문이다.

채점 기준	배점
지구와 달이 타원 궤도를 따라 돌고 있으므로 지구와 달, 태양 사이의 거리가 일정하지 않기 때문임을 옳게 서술한 경우	5점
지구와 달 사이의 거리가 변하면서 나타나는 현상으로만 서술한 경우	3점

241 A는 달의 본그림자 지역이므로 개기 일식이 일어나고, B는 달의 반그림자 지역이므로 부분 일식이 일어난다.

242 ㄱ. A 지역에서는 달이 태양을 가리는 비율이 40%~60%이므로 부분 일식이 관측된다.
ㄴ. 일식이 진행되는 시각을 보면 일식은 B 지역이 C 지역보다 먼저 관측되었다.
ㄷ. 태양이 가려지는 면적이 넓은 지역일수록 일식이 관측되는 시간이 길어지므로 일식의 관측 시간은 A 지역보다 C 지역이 길다.

243 월식은 달이 지구의 본그림자에 들어갈 때 일어난다.

[오답피하기] ① 일식이 일어난 날에 달의 상대적인 위치는 태양–달–지구의 순이므로 달의 위상은 삭이다.
② 일식은 달의 본그림자나 반그림자가 비춘 지역에서 관측된다.
③, ④ 월식은 달이 지구의 본그림자에 들어갈 때 생기므로 태양–지구–달의 순으로 배열되고, 밤인 지역에서는 모두 월식을 관측할 수 있다.

244 ㄱ. 달은 서에서 동으로 공전하므로 월식이 일어날 때 달의 동쪽(지구에서 볼 때 왼쪽)부터 가려진다. 따라서 월식은 A → B → C로 진행되었다.
ㄴ. B는 달의 일부가 지구의 본그림자 속에 들어간 때이다.
[오답피하기] ㄷ. C에서 달이 붉게 보이는 것은 지구 대기에서 굴절된 붉은색 파장의 햇빛이 달에 도달하였기 때문이다.

245 ㉠ 일식은 태양–달–지구의 순으로 일직선을 이룰 때 일어나므로 달의 위상은 삭이다.
㉡ 월식은 태양–지구–달의 순으로 일직선을 이룰 때 일어나므로 달의 위상은 망(보름달)이다.
㉢ 달의 공전 궤도면은 지구의 공전 궤도면에 대해 약 5° 기울어져 있으므로 달의 위상이 삭일 때마다 달 그림자가 지구를 가리거나 망일 때마다 지구 그림자가 달을 가리는 현상이 생기지 않는다.

내신 완성 1등급문제 pp.66~69

246 ⑤	247 ⑤	248 ④	249 ③	250 ⑤	251 ③	252 ③
253 ①	254 ⑤	255 ④	256 ③	257 ③	258 ④	259 ①
260 ③	261 해설 참조		262 해설 참조		263 해설 참조	
264 해설 참조						

246 ㄱ. B는 태양 적도의 지름이 가장 작아진 때이므로 지구로부터의 거리가 가장 먼 원일점 부근에 있는 때이다.
ㄴ. 지구의 공전 속도는 근일점에서 가장 빠르고, 원일점에서 가장 느리므로 E 부근에서 가장 빨랐다.
ㄷ. 태양 적도의 지름이 변한 것은 지구와 태양 사이의 거리가 변하기 때문이며, 이로부터 지구가 타원 궤도를 따라 공전함을 알 수 있다.

247 ㄱ. 태양과 혜성을 잇는 선이 1년 동안 쓸고 지나간 면적이 전체 궤도 면적의 $\frac{1}{8}$이므로 공전 주기는 8년이다.
ㄴ. 공전 속도는 근일점인 A에서 가장 빠르고, 원일점인 B에서 가장 느리다.
ㄷ. 공전 주기(P)가 8년이므로 궤도 장반경(a)은 $a^3=P^2=64=4^3$, 즉 궤도 장반경은 4AU이다. 따라서 A와 B 사이의 거리는 8AU이고, 태양과 B 지점 사이의 거리는 6.5AU이다.

통합형 문제 파헤치기

■ **케플러 법칙**
• 케플러 제1법칙(타원 궤도 법칙) : 모든 행성은 태양을 하나의 초점으로 하는 타원 궤도를 그리며 공전한다.
• 케플러 제2법칙(면적 속도 일정 법칙) : 태양과 행성을 잇는 선은 같은 시간 동안 같은 면적을 휩쓸고 지나간다.
• 케플러 제3법칙(조화 법칙) : 행성의 공전 주기의 제곱은 공전 궤도 장반경의 세제곱에 비례한다. $\frac{a^3}{P^2}=k$(일정)

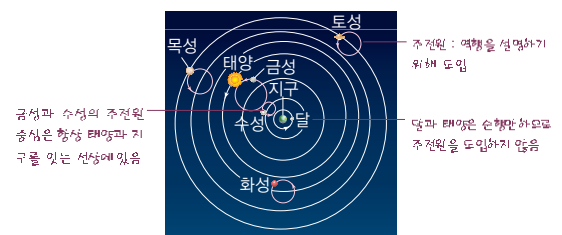
248 ㄴ. 가속도의 크기는 물체의 질량에 반비례하므로 A와 B에 작용한 힘의 크기가 같다면 질량은 A가 더 크다.
ㄷ. 외부에서 힘이 작용하지 않으면 운동하는 물체는 등속 직선 운동을 하게 된다.
[오답피하기] ㄱ. 가속도는 시간에 따른 속력 변화이므로 직선의 기울기가 가속도이다. 따라서 가속도는 B가 더 크다.

249 (ㄱ) 발로 땅을 차면(작용), 땅이 발을 밀게 되므로(반작용) 작용·반작용 법칙으로 설명된다.
(ㄴ) 옷을 털면 흙은 관성에 의해 정지 상태를 유지하므로 흙을 털어내는 것은 관성 법칙으로 설명된다.

250 태양의 질량을 M이라 하고, 만유인력 상수를 G라고 하면, $F_A=G\frac{0.4M}{2^2}=0.1GM$이고, $F_B=G\frac{10M}{5^2}=0.4GM$이므로 F_B의 크기는 F_A의 4배이다.

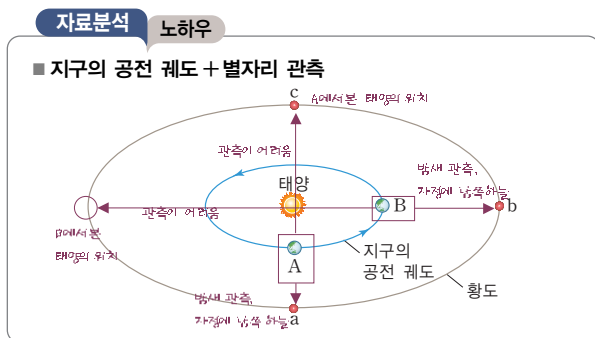
251 별의 연주 시차는 지구가 태양 주위를 공전하는 경우에만 일어나는 현상이다.
[오답피하기] ① 천동설은 지구가 우주의 중심인 우주관이다.
② 행성들은 주전원 위에서 운동하고, 주전원 중심은 지구 주위를 돈다.
④ 수성과 금성의 주전원 중심은 태양과 지구를 잇는 선상에 있으므로 수성과 금성이 새벽이나 초저녁에만 관측되는 현상이 설명된다.
⑤ 금성의 주전원이 태양과 지구 사이에만 있으므로 금성이 보름달 모양으로 보이는 경우가 없다.

자료분석 노하우

■ **프톨레마이오스의 천동설**

252 ㄱ. (가)는 별들이 동심원을 이루며 일주 운동을 하므로 북쪽 하늘을 관측한 것이다.
ㄴ. (나)는 일주 운동의 궤적이 지평선과 거의 나란하므로 남쪽 하늘을 관측한 것이다. 따라서 그림의 왼쪽(A)은 동쪽이고, 오른쪽(B)은 서쪽이며 일주 운동은 A → B로 일어난다.
[오답피하기] ㄷ. 별의 일주 운동은 지구의 자전에 의해 생기지만 지구가 자전하지 않고, 별들이 하루에 한 바퀴씩 천구 상에서 운동한다고 해도 설명이 되므로 지구 자전의 증거는 아니다.

253 ㄱ. 푸코 진자의 진동면은 지구의 자전 방향과 반대로 회전하므로 북반구에서 진동면은 시계 방향으로 회전한다. 따라서 (가)는 북반구이다.
[오답피하기] ㄴ. 푸코 진자의 진동면이 회전하는 주기는 적도에서는 회전하지 않으며, 고위도로 갈수록 단위 시간당 회전 각도가 커진다. 따라서 (가)는 (나)보다 고위도에서 진동시킨 것이다.
ㄷ. 진동면이 회전하는 것은 지구의 자전에 의해 지표면이 회전하기 때문이다.

254 ㄱ, ㄴ. 우주 공간에서 인공위성의 공전 궤도는 변하지 않으나 지구의 자전에 의해 지표에 투영된 인공위성의 공전 궤적은 동(A)에서 서(B)로 변해간다.
ㄷ. 인공위성의 실제 공전 궤도는 변하지 않으므로 지구가 자전하지 않는다면 공전 궤적이 서쪽으로 치우쳐지지 않는다. 즉 인공위성의 공전 궤적이 변한 것은 지구 자전의 증거가 된다.

255 ㄴ. 지구가 B에 있을 때 b 위치의 별자리는 태양의 정반대쪽에 있으므로 자정에 남쪽 하늘에서 관측된다.
ㄷ. 지구가 서에서 동으로 공전하는 동안 태양의 위치 변화를 관측하면 태양은 황도를 따라 서에서 동으로 연주 운동을 한다.
[오답피하기] ㄱ. 지구가 A에 있을 때 c 위치의 별자리는 태양과 같은 방향에 있으므로 관측이 어려우며, a 위치의 별자리는 밤새 관측할 수 있다.

256 ㄷ. 연주 시차가 생긴 이유는 지구가 공전하기 때문이며, 이는 지구 공전의 증거이다.
[오답피하기] ㄱ, ㄴ. 6개월 간격으로 관측한 별 S의 위치 변화가 0.5″이므로 연주 시차는 0.25″이고, 별까지의 거리는 $\frac{1}{0.25''}=4\text{pc}$이다.

257 매일 같은 시각에 보이는 달의 위치가 동쪽으로 이동하므로 달이 뜨는 시각은 조금씩 늦어진다.
[오답피하기] ① 초승달이 서쪽 하늘에서 보이는 때와 상현달이 남쪽 하늘에서 보이는 때, 보름달이 동쪽 하늘에서 보이는 때는 초저녁이다.
② 8일경에는 달의 오른쪽 절반이 밝게 보이므로 달의 위상은 상현달이다.
④ 달은 동쪽에서 떠서 서쪽으로 지므로 이 기간 동안 밤에 달을 볼 수 있는 시간은 점차 길어진다.
⑤ 14일경 초저녁에 보름달이 동쪽에서 뜨므로 6시간 후인 자정에는 남쪽 하늘에 있다.

258 D에서 E로 갈수록 지구에서 본 태양과 달 사이의 각도가 커지므로 밤에 달을 관측할 수 있는 시간이 길어진다.
[오답피하기] ① B에서는 왼쪽 절반이 밝게 보이는 하현달이 관측된다.
② 달이 C(그믐달)에 있을 때는 새벽에 동쪽 하늘에서 해가 뜨기 전까지 보인다.
③ 항성월은 달이 지구 주위를 360° 공전하는 시간이다.
⑤ 달은 공전 주기와 자전 주기가 같기 때문에 항상 달의 앞면만 볼 수 있다.

259 ㄱ. A 지역은 달의 본그림자에 의해 가려지므로 달이 태양 광구 전체를 가리는 개기 일식이 나타난다.
[오답피하기] ㄴ. (나)는 달의 각지름(시직경)이 태양의 각지름보다 작은 상태이므로 B 지역에서 태양을 관측하면 달은 태양 광구 전체를 가리지 못하기 때문에 태양 광구의 가장자리가 밝게 보이는 금환 일식이 나타난다.
ㄷ. (나)와 같은 일식은 태양과 달의 각지름 차이에 의해 생기며, 태양과 달의 각지름 차이는 지구와 달의 공전 궤도가 각각 타원 궤도이므로 태양과 지구, 지구와 달 사이의 거리가 일정하지 않기 때문에 나타난다.

260 ㄱ. (가)는 태양 광구 전체가 가려지면서 태양의 대기가 밝게 보이므로 개기 일식이고, (나)는 달 전체가 지구 그림자에 가려지면서 붉게 보이므로 개기 월식이다.
ㄴ. (가)는 태양–달–지구의 순으로 배열될 때 일어나므로 달의 위상은 삭이고, (나)는 태양–지구–달의 순으로 배열될 때 일어나므로 달의 위상은 망(보름달)이다.
[오답피하기] ㄷ. 일식과 월식이 매달 일어나지 않는 것은 달의 공전 궤도인 백도가 황도에 대해 약 5° 기울어져 있기 때문이다.

261 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

촬영한 태양 사진에서 태양의 크기가 달라진 이유는 무엇인지 생각해 본다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 시직경이란?

→ 천체의 크기를 각도로 나타낸 것을 시직경(각지름)이라고 한다. 지구에서 천체까지의 거리가 달라지면 천체의 시직경은 달라지는데, 거리가 멀어지면 시직경은 작아지고, 거리가 가까워지면 시직경이 커진다.

❷ 타원 궤도 법칙이란?

→ 행성들의 공전 궤도는 약간 납작한 타원 궤도를 그리는데, 이를 타원 궤도 법칙(케플러 제1법칙)이라고 한다.

답안작성 키워드 케플러 제1법칙, 타원 궤도

모범답안 지구는 케플러 제1법칙에 의해 태양 주위를 타원 궤도로 공전하기 때문이다.

채점 기준	배점
지구가 타원 궤도를 따라 공전함을 옳게 서술한 경우	10점
지구와 태양 사이의 거리가 멀어지거나 가까워짐을 서술한 경우	5점

262 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

프톨레마이오스의 우주관에서 내행성의 주전원 중심을 태양과 지구를 잇는 선상에 둔 이유가 무엇인지 생각해 본다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 주전원이란?

→ 지구 주위를 도는 작은 원을 말한다. 천동설에서는 행성이 단순하게 지구 주위를 공전하는 모형이 아니라 행성은 작은 원(주전원) 위에서 운동하고, 작은 원(주전원)이 지구 주위를 돈다.

❷ 내행성을 볼 수 있는 시간은?

→ 내행성은 지구 안쪽 궤도를 도는 수성과 금성을 말한다. 지구에서 볼 때 수성과 금성은 항상 태양 근처에 위치하는데, 이는 초저녁이나 새벽에만 볼 수 있고, 한밤중에는 볼 수 없다는 것을 의미한다.

답안작성 키워드 주전원

모범답안 금성의 주전원 중심을 태양과 지구를 잇는 선상에 두었다.

유사답안 만약 금성의 주전원 중심이 태양의 반대쪽에 있다면 금성-지구-태양의 순으로 일직선을 이루어 금성이 한밤중에 보이게 된다. 그러나 실제로 금성을 관측해 보면 한밤중에 보이는 경우가 없기 때문에 천동설 모형에서는 금성의 주전원 중심을 태양과 지구를 잇는 선상에 두어 금성이 초저녁이나 새벽에만 보이는 현상을 설명하였다.

채점 기준	배점
금성의 주전원을 언급하고, 그 중심이 태양과 지구를 잇는 선상에 있음을 옳게 서술한 경우	10점
금성의 주전원만 옳게 서술한 경우	5점
금성의 주전원에 대한 언급이 없고, 금성이 태양과 지구 사이에 있음을 서술한 경우	3점

263 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

일주 운동이 지구 자전의 증거가 될 수 있는가를 묻는 문제이다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 일주 운동이란?

→ 지구의 자전에 의해 지구상의 관측자가 본 천체는 하루에 한 바퀴씩 천구 상에서 운동하는데, 이러한 겉보기 운동을 일주 운동이라고 한다.

❷ 지구 자전의 증거란?

→ 지구가 자전하지 않는 경우에는 설명되지 않는 현상이다. 그 예로 푸코 진자의 진동면 회전, 코리올리 효과, 인공위성 궤도의 서편 현상 등이 있다.

답안작성 키워드 지구의 자전, 태양의 공전

모범답안 지구가 자전하지 않고, 태양이 하루에 한 바퀴씩 지구 주위를 돈다고 해도 설명이 되기 때문이다.

유사답안 일주 운동은 지구의 자전에 의해 일어나는 현상이다. 그러나 천동설에서는 태양이 동쪽에서 떠서 서쪽으로 지는 것으로 일주 운동을 설명하였다. 즉 일주 운동은 지구 주위를 태양이 도는 것으로도 설명되므로 지구 자전의 증거는 아니다.

채점 기준	배점
태양이 지구 주위를 도는 현상으로 일주 운동을 서술한 경우	7점

264 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

월식은 태양-지구-달의 순으로 배열될 때 생기는 현상인데, 보름달일 때마다 월식이 생기지 않는 이유가 무엇인지를 묻는 문제이다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 월식이란?

→ 달이 지구의 본그림자 속에 들어가 가려지는 현상이므로 보름달일 때 생긴다.

❷ 달의 공전 궤도면은?

→ 달이 지구 주위를 도는 공전 궤도면은 지구의 공전 궤도면과 일치하지는 않으며, 약 5°의 경사를 이룬다.

답안작성 키워드 공전 궤도면 경사

모범답안 달의 공전 궤도면이 지구의 공전 궤도면에 대해 약 5° 기울어져 있기 때문이다.

유사답안 달의 공전 궤도면이 지구의 공전 궤도면에 대해 약 5° 기울어져 있기 때문에 보름달일 때 달이 지구 그림자 속에 들어가지 않는 경우가 많다. 이러한 경우에는 월식이 일어나지 않는다.

채점 기준	배점
달의 공전 궤도면이 지구의 공전 궤도면에 대해 기울어져 있음을 서술한 경우	7점

06 | 행성의 대기

핵심 문제로 개념 마무리 p.70

265 ㄱ, ㄴ **266** (1) ○ (2) ○ (3) × **267** (1) 작, 크 (2) 작

265 행성의 탈출 속도는 행성의 질량이 클수록, 행성의 반지름이 작을수록 크다.

266 (1) 같은 온도에서 기체 분자량이 작을수록 운동 속도가 빠르다.
(2) 수소, 산소 분자 등과 같이 원자가 서로 공유 결합하여 분자를 이룰 때 전자들이 두 원자핵 주변에 균일하게 분포하여 전기적으로 극성을 띠지 않는 분자를 무극성 분자라고 한다.
(3) 극성 분자는 분자 간의 인력이 무극성 분자보다 강하므로 끓는점이 높다.

267 (1) 지구형 행성은 질량이 작아 탈출 속도가 작고, 목성형 행성은 질량이 커서 탈출 속도가 크다.
(2) 목성형 행성은 태양과 거리가 멀어 온도가 낮으므로 기체의 평균 분자 운동 에너지가 작다.

내신 분석 기출문제 pp.71~74

268 ④	**269** ⑤	**270** ⑤	**271** ④	**272** ⑤	**273** ⑤	**274** ④
275 ⑤	**276** ③	**277** ⑤	**278** ④	**279** ④	**280** ⑤	**281** ④
282 ⑤	**283** 해설 참조		**284** ③	**285** ④	**286** ③	

268 h_0에서 운동 에너지는 최대이며 h_3에서 위치 에너지는 최대가 된다. 모든 구간에서 운동 에너지와 위치 에너지를 더한 역학적 에너지는 일정하다.

269 역학적 에너지는 운동 에너지와 위치 에너지의 합으로 물체가 떨어질 때에도 마찰이나 공기 저항을 무시하면 역학적 에너지는 일정하게 보존된다.

270 탈출 속도는 행성의 질량이 클수록, 행성의 반지름이 작을수록 크다.
[오답피하기] ① 달보다 지구의 탈출 속도가 크다.
② 총알은 지구를 벗어나지 못하므로 총알의 속도는 지구의 탈출 속도보다 작다.
③ 태양계에서 탈출 속도가 가장 큰 행성은 목성이다.
④ 목성형 행성이 지구형 행성보다 탈출 속도가 크다.

오개념 피하는 노하우

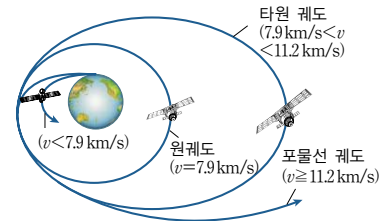
■ **탈출 속도**
탈출 속도는 '속도'라는 표현을 썼지만 엄밀하게 표현하면 '탈출 속력'으로 사용해야 한다. 탈출하는 데 필요한 절대적인 양이 필요하지 방향은 상관없기 때문이다. 하늘을 향해 어느 방향으로 던져도 탈출 속도 이상으로 던지면 지구 밖으로 탈출하고, 탈출 속도에 이르지 못하면 다시 지구로 떨어진다.

271 행성의 탈출 속도 $v=\sqrt{\dfrac{2GM}{R}}$으로, 행성의 질량이 클수록, 행성의 반지름이 작을수록 행성의 탈출 속도가 크다. 따라서 $\dfrac{\text{질량}}{\text{반지름}}$의 비가 가장 큰 목성의 탈출 속도가 가장 크다.

272 탈출 속도는 어떤 물체가 행성의 중력을 벗어나 무한히 먼 곳까지 가기 위한 최소한의 처음 속도이다. A는 수직으로 던져도 다시 지구로 떨어지고, C와 D는 대기와 부딪쳐 속력이 감소하면 지구로 떨어진다. 탈출 속도와 물체의 질량은 관계없다.

통합형 문제 파헤치기

■ **탈출 속도 + 물체의 운동**

타원 궤도 $(7.9\,\text{km/s}<v<11.2\,\text{km/s})$
$(v<7.9\,\text{km/s})$
원궤도 $(v=7.9\,\text{km/s})$
포물선 궤도 $(v\geq 11.2\,\text{km/s})$

• 탈출 속도 : 어떤 물체가 행성의 중력을 벗어나 무한히 먼 곳까지 가기 위한 최소한의 처음 속도
• 물체의 운동 : 지구에서 7.9km/s보다 작은 속도로 물체를 던지면 물체를 던지는 방향과 상관없이 물체는 지구로 떨어지게 된다. 물체를 7.9km/s의 속도로 던진다면 물체는 지구 주위를 원궤도 운동을 하며, 7.9~11.2km/s의 범위 내에서는 지구를 타원 궤도로 회전하게 된다. 만약 물체의 속도가 11.2km/s보다 크게 되면 물체는 영원히 지구 밖으로 탈출하게 된다.

273 탈출 속도는 어떤 물체가 행성의 중력을 벗어나 무한히 먼 곳까지 가기 위한 최소한의 처음 속도이다. 수성의 탈출 속도는 4.3km/s이고, 지구는 11.2km/s로 수성을 탈출하는 것이 지구를 탈출하는 것보다 쉽다.

274 지구는 달에 비해 질량이 크기 때문에 탈출 속도가 달보다 크다. 따라서 지구를 탈출할 때는 큰 추진력을 낼 수 있는 대형 로켓이 필요하지만 달을 탈출할 때는 작은 로켓만으로도 가능하다.

275 같은 온도에서 분자량이 작은 헬륨 기체가 질소 기체보다 운동 속도가 빨라 고무풍선의 미세한 구멍을 통해 더 많이 빠져나갔기 때문에 헬륨 기체가 들어 있는 풍선이 질소 기체가 들어 있는 풍선보다 크기가 더 작아진 것이다.

276 같은 온도에서 기체의 분자량이 작을수록 기체의 운동 속도가 빠르다.

277 기체 분자는 온도가 높을수록, 질량이 작을수록 빠른 속도로 움직인다.

278 극성 분자와 무극성 분자 모두 분자량이 클수록 끓는점이 높다.

또 분자량이 비슷한 경우 극성 분자가 무극성 분자에 비해 끓는점이 높다.

[오답피하기] ③ ICl과 Br_2는 끓는점이 상온(25℃)보다 높아 상온에서는 주로 액체나 고체 상태로 존재하므로 대기 중에 분포하지 않는다.

279 분자 간의 인력이 약할수록 끓는점이 낮다. 수소와 헬륨은 끓는점이 매우 낮아 지구 표면에서 액체로 존재하지 못한다. −50℃인 행성이라면 암모니아는 액체 상태로 존재한다.

280 분자량이 비슷할 때 극성 분자가 분자 간의 인력이 강해 무극성 분자보다 끓는점이 높다.

281 온도가 같으면 분자량이 작은 기체의 운동 속도가 빠르다. 지구 대기 성분의 원자량과 분자량은 목성의 대기보다 크다.

[오답피하기] ①, ② 질소와 산소는 수소와 헬륨보다 원자량과 분자량이 크다.
③ 수소와 헬륨은 무극성 분자이다.
⑤ 온도가 같을 때 분자량이 작은 기체들의 운동 속도가 빠르다.

282 수성과 달은 표면에 운석 구덩이가 많다. 수성과 달에는 물과 대기가 없어 한 번 만들어진 구덩이를 지우는 풍화 · 침식 작용이 일어나지 않는다.

283 탈출 속도는 행성의 중력을 이기고 무한히 먼 곳으로 가기 위한 최소한의 초기 속도이다. 행성의 질량이 작으면 탈출 속도가 작아 기체가 행성을 벗어나게 된다.

모범답안 수성과 달은 지구에 비해 질량이 작아 행성의 탈출 속도가 작다. 따라서 기체 성분들이 우주 공간으로 탈출하여 대기가 없다.

채점 기준	배점
탈출 속도가 작아 기체가 탈출했음을 옳게 서술한 경우	5점
탈출 속도가 작다고만 서술한 경우	3점

284 목성형 행성은 주로 기체로 이루어진 행성이며 분자량이 작은 수소나 헬륨 등으로 이루어져 있다. 행성의 온도가 낮아 끓는점이 높은 분자는 기체가 되지 않는다.

285 A는 지구, B는 목성이다. 지구는 목성에 비해 탈출 속도가 작고 대기를 이루는 기체는 분자량이 큰 기체 위주로 이루어져 있다. 목성은 수소와 헬륨 위주의 기체가 주성분이다.

286 금성과 지구는 분자량이 큰 기체가 대기를 이루고 목성이나 토성은 분자량이 작은 기체가 주성분을 이룬다. 탈출 속도는 지구형 행성보다 목성형 행성이 더 크다. 천왕성과 해왕성의 대기는 수소, 헬륨 등이 주성분이다.

내신 완성 1등급문제 p.75

287 ④ **288** ④ **289** ③ **290** 해설 참조 **291** 해설 참조

287 지구에서 멀어질수록 위치 에너지는 증가하고 운동 에너지는 감소한다. 역학적 에너지는 항상 일정하며 무한히 먼 곳에서의 역학적 에너지를 0이라고 할 때, $E=E_k+E_p=\frac{1}{2}mv^2+\left(-G\frac{mM}{R}\right)=0$의 식을 이용하여 탈출 속도를 구할 수 있다.

288 대기의 주성분을 이루는 기체의 분자량이 크기 위해서는 행성의 탈출 속도가 작고 표면 온도가 높아야 한다. 탈출 속도 $v=\sqrt{\frac{2GM}{R}}$이므로 행성의 질량은 작고, 행성의 반지름은 커야 탈출 속도가 작다.

289 메테인(CH_4)은 수소 원자 4개가 탄소 원자와 공유 결합하여 정사면체 모양을 이룬다.

290 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

행성의 대기 성분에 영향을 주는 요소들을 알아야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 중력과 탈출 속도의 관계?
→ 행성의 중력이 클수록 행성을 벗어나는 최소의 속도인 탈출 속도도 커진다.
❷ 기체의 평균 분자 운동 에너지와 온도의 관계?
→ 온도가 높을수록 기체의 평균 분자 운동 에너지는 커진다.
❸ 분자량과 기체의 운동 속도?
→ 분자량이 작은 기체가 같은 온도에서 운동 속도가 빠르다.

답안작성 키워드 **행성의 질량과 반지름, 표면 온도, 기체 분자 구조, 끓는점, 분자량, 평균 운동 에너지**

모범답안 행성의 대기 성분은 행성의 질량과 반지름, 표면 온도, 기체 분자의 구조, 끓는점, 분자량, 평균 운동 에너지 등에 따라 달라진다.

유사답안 행성은 크기와 질량에 따라 중력이 달라진다. 지구형 행성은 목성형 행성에 비해 질량이 작아 중력이 작다. 따라서 행성을 탈출할 수 있는 탈출 속도가 작다. 기체의 운동 속도는 평균 운동 에너지와 분자량에 따라 달라진다. 평균 운동 에너지는 온도와 관련이 있고, 같은 운동 에너지를 가질 때 분자량이 작은 기체의 운동 속도가 빠르다. 또 분자 구조에 따라 기체의 끓는점이 달라진다.

채점 기준	배점
행성의 질량과 반지름, 표면 온도, 기체 분자의 구조, 끓는점, 분자량, 평균 운동 에너지 중에서 4가지 이상을 옳게 서술한 경우	10점
행성의 질량과 반지름, 표면 온도, 기체 분자의 구조, 끓는점, 분자량, 평균 운동 에너지 중에서 3가지를 옳게 서술한 경우	7점
행성의 질량과 반지름, 표면 온도, 기체 분자의 구조, 끓는점, 분자량, 평균 운동 에너지 중에서 2가지를 옳게 서술한 경우	4점

291 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

기체의 분자 구조를 통해 극성, 무극성을 파악하여야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 무극성 분자?
→ 분자 구조가 대칭이어서 전기적으로 극성을 띠지 않는 분자

❷ 극성 분자?
→ 분자 구조가 비대칭이어서 전기적으로 극성을 띠는 분자

❸ 암모니아와 물 분자의 극성 여부?
→ 암모니아와 물은 모두 극성 분자이다.

답안작성 키워드 극성 분자, 무극성 분자

모범답안 암모니아, 암모니아는 극성 분자이고, 다른 기체들은 무극성 분자이다. 물도 극성 분자이기 때문에 같은 극성끼리는 잡아당기는 힘이 더 강해 다른 기체보다 암모니아가 물에 잘 녹는다.

유사답안 암모니아는 극성이라서 극성 분자인 물에 잘 녹는다.

채점 기준	배점
기체를 고르고, 그 이유를 옳게 서술한 경우	10점
이유만 옳게 서술한 경우	5점
기체만 옳게 쓴 경우	5점

07 | 지구

핵심 문제로 개념 마무리 p.77

292 (1) 마그마 (2) 핵, 맨틀 **293** (1) × (2) × (3) ○ **294** (1) 수권 → 기권 (2) 생물권 → 지권 (3) 지권 → 수권 **295** A : 산소(O), B : 철(Fe) **296** (1) F (2) H, Li (3) He

292 지구 형성 초기에는 미행성이 충돌하여 온도가 매우 높은 마그마 바다가 생성되었다. 이후 밀도가 작은 물질은 떠오르고, 밀도가 큰 물질은 가라앉아 맨틀과 핵이 분리되었다.

293 (1) 지구의 외핵은 액체 상태이다.
(2) 지구가 진화하는 동안 대기의 조성은 변하였다.
(3) 지구계의 각 권은 물질과 에너지가 서로 이동한다.

294 (1) 바닷물(수권)은 태양 에너지를 받으면 증발하여 수증기(기권)가 된다.
(2) 식물체의 뿌리(생물권)는 암석(지권)의 틈을 벌려 풍화 작용을 일으킨다.
(3) 퇴적물(지권)이 용해되어 강물(수권)의 성분을 변화시킨다.

295 지각에서 가장 많은 원소는 산소이고, 지구에서 가장 많은 원소는 철이다.

296 주기율표에서 1족 원소는 최외각 전자가 1개라서 전자를 잃어버리려는 경향이 있고, 17족 원소는 전자를 1개 얻으려는 경향이 있으며 18족 원소는 전자의 수를 유지하려는 경향이 있다.

내신 분석 기출문제 pp.78~83

297 ② **298** ② **299** ④ **300** 해설 참조 **301** ⑤ **302** ①
303 ④ **304** ④ **305** ④ **306** ⑤ **307** ③ **308** ⑤ **309** ②
310 ② **311** ⑤ **312** ④ **313** ⑤ **314** ③ **315** ③ **316** ③
317 ⑤ **318** ④ **319** ② **320** 해설 참조 **321** ④ **322** ④
323 ② **324** ③ **325** ③

297 태양계 성운에서 태양과 여러 행성이 만들어졌으며, 미행성 충돌에 의한 에너지로 마그마 바다가 생기고 맨틀과 핵이 분리되었다. 지구가 식으면서 지각과 대기가 생성되었다.

298 태양계는 초기에 태양계 성운이 형성되며 원시 태양이 만들어졌고, 그 후 주변 물질이 뭉쳐서 미행성이 만들어졌다. 미행성의 충돌로 지구의 온도가 상승한 후 맨틀과 핵의 분리가 일어났고, 시간이 흘러 지표의 온도가 하강해 원시 지각과 원시 해양이 형성되었다.

오개념 피하는 노하우

■ **지구의 형성 과정**
우주 공간에 있는 티끌과 가스가 회전하면서 태양계 성운이 만들어졌다. 원시 태양의 주변 물질이 뭉쳐서 미행성이 생성되고, 미행성들은 서로 충돌하고 합쳐져 질량이 큰 원시 행성이 되었다. 이 과정에서 지구도 만들어졌다. 원시 지구의 표면에 미행성들이 충돌하여 발생한 열로 지표가 용융되어 마그마 바다가 형성되었고 물질의 분리가 일어났다. 지표가 냉각되면서 원시 지각이 형성되고, 많은 비가 내려 원시 바다가 형성되었다.

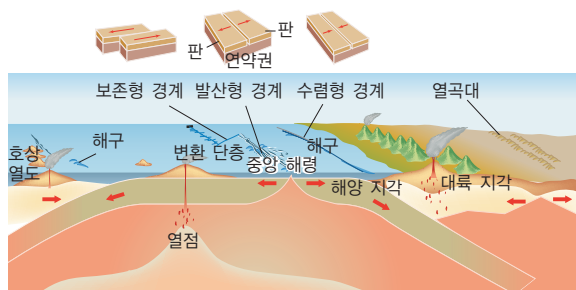
299 (가) 시기에는 원시 대기가 있었으며, (나) 시기에는 미행성 충돌로 인해 마그마 바다가 형성되어 물질의 분리가 이루어졌다. (다) 시기에는 지표면이 냉각되면서 지각과 바다가 형성되었다.
[오답피하기] ① (가) 시기는 아직 바다가 형성되지 않았다.
② (가) 시기는 지구 중심 부분이 철로 분리되지 않았다.
③ (나) 시기는 규모가 작기 때문에 미행성 충돌이 계속 일어나 (다)로 성장하는 단계이다.
⑤ 미행성 충돌은 시간이 흐를수록 그 빈도가 줄어든다.

300 지구의 내부 물질이 지각, 맨틀, 핵으로 나뉘어져 있는 것은 밀도 차이 때문이다. 지구는 초기에 마그마 바다 단계를 거쳐 물질들이 밀도에 따라 이동할 수 있었다. 이때 밀도가 큰 금속은 가라앉아 핵이 되었고, 가벼운 물질은 맨틀이 되었다.
모범답안 지구의 형성 초기 마그마 바다 단계일 때 밀도에 따라 물질이 분리되었다.

채점 기준	배점
지구의 마그마 바다 단계, 밀도에 따른 물질의 분리를 서술한 경우	5점
지구가 마그마 바다 단계를 겪었음을 서술한 경우	3점
밀도에 따른 물질의 분리를 서술한 경우	2점

301 맨틀은 아래쪽이 위쪽보다 뜨거우며, 이 온도 차에 의해 대류한다. 맨틀 대류가 상승하는 곳에서는 판을 양쪽으로 밀어내어 바다가 생성 · 확장된다.

자료분석 노하우

■ **판 구조론**

• 맨틀의 운동 : 지구의 맨틀은 아래쪽이 위쪽보다 뜨겁다. 따라서 맨틀은 대류를 하게 되고 맨틀 위에 떠 있는 지각은 맨틀의 대류에 의해 움직이게 된다.
• 판의 운동과 지형 : 바다 밑에서 맨틀 물질이 상승하여 화산이 발생하는 곳을 해령이라 한다. 해령에서는 새로운 지각이 만들어진다. 해령에서 만들어진 지각은 해령의 양쪽으로 밀려나게 되고, 해양판이 대륙판과 만나면 해양판이 대륙판 아래로 미끄러져 들어가게 된다. 해양판이 대륙판 아래로 들어가는 경계가 해구이다. 해령에서 해구로 갈수록 해양 지각의 나이는 오래되고, 밀도는 높아지며 퇴적물이 두껍게 쌓인다.

302 일본은 섭입형 경계에 위치한 나라이다. 일본 자체가 판이 섭입하면서 생성된 호상 열도에 해당하며 일본 동해안에서는 지진이 자주 발생하며 이로 인한 피해도 빈번하다.

303 수권은 미행성의 충돌이 감소하면서 지표가 냉각된 후 원시 지각에 비가 내려 형성되기 시작했다. Na^{+}, Mg^{2+} 이온 등은 강물을 통해 육지로부터 공급되었으며, Cl_2 기체는 해저 화산 활동으로부터 공급되었다.

304 광합성을 하는 세균의 등장으로 인해 대기 중의 산소가 증가하였고, 이는 혐기성 세균을 줄이고 산소를 이용하는 다양한 생명체의 탄생을 유발하였다.

305 지구 초기의 대기는 현재와 달랐다. 이산화탄소는 해수에 녹아 탄산칼슘 형태로 지권에 저장되어 줄어들었고, 산소는 생물의 광합성으로 급증하였다. 질소 기체는 반응성이 적어 지구 초기와 비슷하다.

306 산소의 증가 원인은 생물의 광합성이다.
[오답피하기] ①, ②, ③ 메테인 등은 환원성 기체이며 1단계의 원인은 화산 활동이다. 질소 기체는 비교적 반응성이 적다.
④ 태양계 성운의 가스는 주로 수소와 헬륨이다.

307 산소는 반응성이 크고 다른 물질을 산화시킨다.
[오답피하기] ①, ②, ④ A는 질소, B는 산소이다. 질소는 반응성이 작은 기체이다.
⑤ 생물체의 활동에 의해 증가한 것은 산소이다.

308 대기 중의 이산화탄소는 해수에 녹아 들어간 다음 탄산칼슘의 형태로 해저에 침전되어 석회암이 되었다.
[오답피하기] ③ 인간에 의한 화석 연료 사용은 대기 중의 이산화탄소 양을 증가시킨다.

309 지구계는 지권, 수권, 기권, 생물권으로 이루어져 있으며 서로 유기적 관계를 가지고 물질과 에너지가 이동한다. 풍화 · 침식 작용은 기권, 수권, 생물권 등이 지권으로 영향을 주는 예이며, 호흡이나 광합성은 생물권과 기권의 상호 작용이다.

310 엘니뇨는 동태평양의 표층 수온이 평년보다 높아지는 현상으

로, 적도 부근의 바람과 해수의 상호 작용에 의해 일어나는 현상이다.

311 바다에서 증발한 물은 기권을 거쳐 지표면으로 비와 눈의 형태로 이동한다. 물은 바다에 가장 많으며 유수와 지하수는 풍화 · 침식 작용을 통해 지권을 변화시킨다.

312 화산 가스의 방출은 지권과 기권의 상호 작용이며, 해수의 심층 순환은 수권 간의 작용, 해수의 혼합은 기권과 수권의 상호 작용이다. 판의 운동은 지권 간의 작용에 해당한다.

313 하늘에서 떨어지는 별똥별은 유성이라 하고, 유성이 대기권에서 다 타지 못하고 지표면에 떨어진 암석을 운석이라 한다. 유성은 지구 바깥에서 온 것이므로 지권, 수권, 기권, 생물권만으로는 설명할 수 없다. 지구 바깥의 우주 공간은 외권에 해당한다.

314 바다가 형성되면 섬과 해안 지형이 생기고, 침식 작용에 의해 지표면의 모양이 변하게 된다.

315 그림은 탄소의 순환을 나타낸 것이다. 탄소는 화석 연료로 지권에 포함되어 있다가 연소 과정을 통해 이산화탄소로 기권으로 이동하고, 기권의 이산화탄소는 해수에 녹아 수권으로 이동한다.

316 A~E는 순서대로 철(Fe), 산소(O), 규소(Si), 마그네슘(Mg), 니켈(Ni)이다. 철은 지구의 핵에 많은 비율이 분포하며, 산소는 핵에 미량만이 있고, 규소는 규산염 광물을 구성한다. 니켈은 철과 함께 지구의 핵을 이룬다.

317 달력과 주기율표는 일정한 주기를 반복하며 성질이 같은 것이 나온다. 달력의 세로줄은 요일이 같고, 주기율표의 세로줄인 족은 최외각 전자의 수가 같아 화학적 성질이 유사하다.
[오답피하기] ② 7번째마다 같은 요일이 반복된다.

318 Mg과 Fe은 모두 2가 양이온이 되어 서로 치환 가능하다.

319 1족, 2족, 13족 원소들은 최외각 전자를 버리려는 경향이 있고, 16족, 17족 원소들은 전자를 얻으려는 경향이 있으며, 18족 원소는 전자를 유지하려는 경향이 있다.

320 1족 원소인 수소, 리튬, 나트륨은 최외각 전자의 수가 1개여서 전자를 잃어버리기 쉽고, 플루오린이나 염소의 경우는 최외각 전자의 수가 7개여서 1개의 전자를 얻기 쉽다. 전자를 얻거나 잃으면서 화학 반응이 일어나기 때문에 족이 같으면 화학적 성질이 유사하다.

모범답안 같은 족에 있는 원소들은 최외각 전자의 수가 같아 서로 비슷한 화학적 성질을 나타낸다.

채점 기준	배점
족과 최외각 전자의 수의 관계, 최외각 전자의 수가 같으면 화학적 성질이 유사하다는 점을 옳게 서술한 경우	5점
족과 최외각 전자의 수의 관계를 옳게 서술한 경우	3점
최외각 전자의 수가 같으면 화학적 성질이 유사하다는 점을 옳게 서술한 경우	3점

321 지구 전체에서 가장 많은 원소는 Fe, O, Si, Mg 순이며, 지각에서 가장 많은 원소는 O, Si, Al, Fe 순이다.

322 지진파의 연구로 인해 지구의 내핵은 고체이고 외핵이 액체임을 알게 되었다. 외핵은 물질의 대류에 의해 여러 고리 전류를 만들고 자기장을 만든다.

323 태양에서 오는 대전 입자의 양이 늘어나면 오로라 현상을 자주 관찰할 수 있다.

324 A~D는 지각, 맨틀, 외핵, 내핵이다. 그중 외핵은 액체이며 나머지는 고체이다. 다이나모 이론에 의하면 철과 니켈이 주성분인 외핵의 흐름으로 인해 지자기가 형성된다.

325 대서양 중앙 해령에서는 해령을 중심으로 양쪽으로 해양 지각이 이동한다. 해양 지각은 해령에서 생성되며 생성될 당시의 지구 자기장이 기록되어 있다. 그런데 지구 자기장이 달라지면 그 흔적이 암석에 기록되고 해양 지각이 이동하면서 양쪽으로 대칭적인 자기 줄무늬가 나타난다.

내신 완성 1등급문제 pp.84~85

326 ⑤ **327** ④ **328** ② **329** ⑤ **330** ⑤ **331** ④ **332** 해설 참조 **333** 해설 참조

326 팔라사이트는 석철질 운석으로 지구상의 핵 물질과 비슷한 철, 니켈과 지구상의 맨틀 물질과 비슷한 감람석이 섞여 있다. 따라서 팔라사이트의 모행성은 암석형 소행성으로 분리를 거쳤으며, 팔라사이트는 핵과 맨틀이 완전히 분리되지 않았거나 핵과 맨틀의 경계의 물질에 해당한다.

327 (가)는 원시 대기가 존재하는 원시 지구가 만들어진 초기 단계이고, (나)는 수권이 형성되었으므로 지표면이 냉각된 이후의 시기이다.
[오답피하기] ① (가)는 지권과 기권뿐이므로 원시 지구가 만들어진 초기 단계이다.

② 지구 생성 후 30억 년 후에는 이미 바다는 물론 생명체가 살고 있는 시기이다.
③ (나)는 수권이 형성되었으므로 지표면이 냉각된 이후의 시기이다.
⑤ (다)는 생물권이 있으므로 생명 탄생 이후의 단계이며, 다른 행성에서는 생명체가 발견되지 않았다.

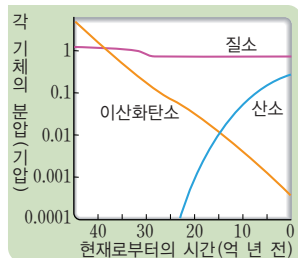
328 지각을 이루는 주요 원소 중 가장 많은 것은 산소와 규소이고, 지구의 핵은 주로 철과 니켈로 이루어져 있다. 산소는 비활성 기체가 아니다.

329 지구는 목성에 비해 무거운 원소로 이루어져 있으며, 목성의 핵은 고체 수소, 헬륨 등이다. 태양계 성운의 주요 물질은 수소와 헬륨이었다.

330 지구 자기장의 원인은 철과 니켈로 이루어진 액체 상태의 외핵의 불규칙한 움직임 때문이다.

331 ㉠ 기체는 산소이다. 산소는 생명체의 광합성에 의해 증가하였다.

자료분석 노하우

■ 대기 조성의 변화

• 질소는 다른 기체와 반응하지 않고 대기 중의 질소를 생명체가 사용하는 양도 미비하다. 따라서 지질 시대 동안 질소 기체의 양은 큰 변화없이 유지되었다.
• 이산화탄소는 광합성을 하며 소모되고, 해수에 녹아 침전되는 등 꾸준히 그 양이 줄었다.
• 산소는 생명체에 의해 내뿜어진 기체로 지구 초기에는 거의 없다가 어느 순간부터 그 양이 크게 증가한다.

332 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

지구 자기장은 방향이 변화해 왔으며 그 흔적이 해저 암석에 기록되었음을 알아야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ **대륙 이동설이란?**
→ 대륙이 뭉쳐 있다가 분리하여 현재와 같은 육지와 바다의 분포를 이루었다는 이론

❷ **해저 확장설이란?**
→ 해령에서 지각이 생겨나고 해저가 벌어져 해양 지각이 늘어난다는 이론

❸ **고지자기란?**
→ 과거 지구 자기장

답안작성 키워드 자기장의 변화, 자기장의 기록

모범답안 지구 자기장의 방향은 오랜 시간 동안 변화해 왔다. 해령에서는 암석이 만들어지는데 이때 지구 자기장이 암석에 기록된다. 지구 자기장의 방향이 기록된 해양 지각이 양쪽으로 이동하였기 때문에 해저의 암석은 해령을 기준으로 서로 대칭적으로 자화되어 있다.

유사답안 과거 지구 자기장의 방향은 변화해 왔는데, 해령 부근의 용암은 굳어지면서 해양 지각이 만들어질 당시의 지구 자기장 기록이 남는다. 새로운 해양 지각이 생성됨에 따라 자화된 암석은 서로 반대쪽으로 대칭적으로 이동한다.

채점 기준	배점
지구 자기장이 변화된다는 점, 암석에 자기장이 기록된다는 점, 해양 지각이 이동한다는 점을 모두 옳게 서술한 경우	10점
지구 자기장이 변화된다는 점, 암석에 자기장이 기록된다는 점, 해양 지각이 이동한다는 점 중에서 한 가지를 쓰지 않은 경우	7점
해양 확장만 서술한 경우	5점
암석에 자기장이 기록된다고만 서술한 경우	3점

333 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

지구로 날아오는 태양의 대전 입자가 로렌츠의 힘을 받아 휘어짐을 알아야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ **로렌츠의 힘이란?**
→ 전하가 자기장 속을 움직일 때 운동 방향과 자기장 방향에 동시에 수직인 힘

❷ **지구 자기장이란?**
→ 지구 내부의 외핵의 운동에 의해 발생하는 자기장

❸ **지구 자기장의 역할?**
→ 태양 및 우주에서 지구로 들어오는 대전 입자로부터 지구를 보호한다.

답안작성 키워드 로렌츠의 힘의 방향, 지구 자기장

모범답안 태양에서 지구 방향으로 날아온 대전 입자는 지구 자기장에 의해 로렌츠의 힘을 받아(수직 방향의 힘) 지구 바깥쪽으로 휘어지므로 지구 자기장은 대전 입자로부터 지구를 보호한다.

유사답안 태양이나 우주에서 날아오는 대전 입자는 지구 자기장을 만나면 로렌츠의 힘을 받게 된다. 그러면 플레밍의 왼손 법칙에 의한 방향으로 대전 입자가 휘어지게 되어 날아오던 방향에서 수직으로 꺾이게 된다.

채점 기준	배점
로렌츠의 힘에 의해 대전 입자가 운동 방향에 수직하는 힘을 받아 휘어짐을 서술한 경우	10점
대전 입자가 휘어진다고 서술한 경우	5점
자기장이 지구를 보호한다고 서술한 경우	3점

Ⅱ단원 실전 대비 평가문제

pp.86~89

평가 기준	정답
평가 기준 1 공전 궤도와 방향, 지구형 행성과 목성형 행성 등 태양계의 여러 특징을 태양계 성운으로부터 시작된 태양계 형성 과정과 연결시켜 설명할 수 있다.	**334**⑤
평가 기준 2 수소 핵융합 반응에 의해 태양 에너지가 발생하는 메커니즘을 이해하고 태양 에너지의 일부가 지구에서의 에너지 순환을 일으킴을 설명할 수 있다.	**335**③
평가 기준 3 케플러의 세 가지 법칙을 통해 행성 운동의 규칙성에 대해 설명할 수 있다.	**336**③ **337**④
평가 기준 4 뉴턴의 운동 법칙 세 가지를 모두 말할 수 있고, 이를 이용하여 케플러의 법칙을 설명할 수 있다.	**338**①
평가 기준 5 지구의 자전과 공전에 의해 나타나는 여러 가지 현상을 구분하여 설명할 수 있다.	**339**① **340**④
평가 기준 6 태양, 지구, 달의 위치 관계에 따른 달의 위상 변화와 식 현상을 설명할 수 있다.	**341**③ **342**②
평가 기준 7 행성의 대기를 구성하는 기체 분자의 평균 속도는 분자의 구조, 끓는점, 분자량, 평균 온도 등에 따라 어떻게 달라지는지 설명할 수 있다.	**343**⑤ **344**④
평가 기준 8 행성 간 대기 성분의 차이를 기체 입자의 평균 운동 속도와 행성의 탈출 속도를 이용하여 설명할 수 있다.	**345**⑤
평가 기준 9 지구의 지권, 수권, 기권들의 형성 과정과 상호 작용을 지구의 진화 과정을 통해 설명할 수 있다.	**346**⑤ **347**③
평가 기준 10 지구가 생명체가 존재할 수 있는 특정한 조건을 갖추게 된 까닭을 지구의 크기, 태양과의 거리, 물질의 분자 구조와 관련지어 설명할 수 있다.	**348**④
평가 기준 11 지구를 구성하는 각 원소들은 최외각 전자들에 의해 성질이 구분되고 주기율표의 족과 주기에 의해 구분됨을 설명할 수 있다.	**349**⑤
평가 기준 12 지구의 핵과 연관지어 지구의 자기장과 이온층의 형성 과정을 설명할 수 있다.	**350**④

334 ㄱ. 원시 태양으로부터 멀어질수록 도달하는 태양 복사 에너지의 양이 감소하므로 온도가 낮아진다.
ㄴ. 태양계가 원반 모양으로 된 것은 태양계 성운이 중력 수축하는 동안 회전하여 원심력에 의해 물질이 퍼져나갔기 때문이다.
ㄷ. 원시 태양 근처에는 응축 온도가 높은 암석 물질이 많이 분포하고, 원시 태양에서 멀어질수록 응축 온도가 낮은 물질이 분포하게 되었다.

335 ㄱ. 태양 내부의 핵에서는 온도가 1,000만 K 이상으로 높기 때문에 수소 핵융합 반응이 일어난다. 따라서 수소의 함량비는 점차 감소하고, 헬륨의 함량비는 점차 증가한다.
ㄷ. 구름은 물의 순환 과정에서 생기고, 바람은 대기의 순환 과정에서 생긴다. 물과 대기를 순환시키는 에너지원은 태양 에너지이다.
[오답피하기] ㄴ. 태양에서 방출되는 에너지양은 약 4×10^{26}W이고, 그중 지구에 도달하는 양은 약 1.74×10^{26}W이므로, 약 $\frac{1}{20억}$에 해당한다.

336 ㄱ. $\overline{OA}$는 장축 길이의 절반에 해당하므로 장반경이다.
ㄷ. A → B → C로 이동한 면적은 전체 궤도 면적의 $\frac{1}{2}$이므로 공전한 시간은 케플러 제2법칙에 의해 공전 주기의 $\frac{1}{2}$에 해당한다.
[오답피하기] ㄴ. 케플러 제3법칙에 따라 공전 주기의 제곱은 공전 궤도 장반경인 $\overline{OA}$의 세제곱에 비례한다.

337 ㄴ. A는 태양과의 거리가 가장 먼 때이므로 행성이 원일점에 있고, B는 태양과의 거리가 가장 가까운 때이므로 행성이 근일점에 있다. 따라서 행성이 A에서 B로 이동하는 동안 공전 속도는 증가한다.
ㄷ. 태양과의 거리가 변하는 것은 행성의 공전 궤도가 타원 궤도이기 때문이며, 이는 케플러 제1법칙으로 설명된다.
[오답피하기] ㄱ. A에서 C까지의 시간은 공전 주기(P)로 8년이므로 공전 궤도 장반경(a)은 $a^3=P^2=64=4^3$에서 4AU이다.

338 ㄱ. 아이가 어른에게 힘을 작용한 결과 아이에게 크기가 같고 방향이 반대인 힘이 동시에 작용한 것이므로 아이가 뒤로 밀려난 것은 작용 · 반작용 법칙에 해당한다.
[오답피하기] ㄴ. 작용과 반작용은 크기가 같고, 방향이 반대인 힘이 동시에 작용한다.
ㄷ. 물체의 가속도는 물체에 작용한 힘에 비례하고, 물체의 질량에 반비례하므로 가속도의 크기는 아이가 더 크다.

339 ㄱ. (가)에서 물체 A는 북반구에서 운동하므로 전향력에 의해 오른쪽으로 편향된다.
[오답피하기] ㄴ. (나)에서 물체 B는 남반구에서 운동하므로 전향력에 의해 왼쪽으로 편향된다.
ㄷ. 전향력은 지구의 자전에 의해 일어나며, 지구가 자전하지 않는 경우에는 생기지 않으므로 지구 자전의 증거이다.

340 ㄱ. (가)는 하루 중 별자리의 위치가 시각에 따라 달라지는 것이므로 천체의 일주 운동이다. 천체의 일주 운동은 지구의 자전에 의해 일어난다.
ㄴ. (나)는 보름 간격으로 같은 시각에 관측한 별자리의 위치가 변한 것이므로 태양의 연주 운동에 의한 현상이다. 태양의 연주 운동은 지구의 공전에 의해 일어난다.
[오답피하기] ㄷ. (나)는 지구 주위를 태양이 1년에 한 바퀴씩 돈다고 해도 설명이 되므로 지구 공전의 증거는 아니다. (다)는 연주 시차이므로 지구가 태양 주위를 공전하지 않는다면 일어날 수 없는 현상으로, 지구 공전의 증거이다.

341 ㄱ. 달의 위치 a는 지구로부터 가장 가까운 지점이고, b는 지구로부터 가장 먼 지점이므로 면적 속도 일정 법칙에 따라 달의

공전 속도는 a보다 b에서 빠르다.

ㄴ. 달이 a에 있을 때는 지구 – 달 – 태양 순이고, 달이 b에 있을 때는 태양 – 달 – 지구 순이므로 달의 위상은 모두 삭이다.

[오답피하기] ㄷ. 금환 일식은 지구와 태양 사이의 거리가 가까워서 태양의 시직경이 크고, 지구와 달 사이의 거리가 멀어서 달의 시직경이 작은 시기에 생길 수 있으므로 지구가 A의 위치에 있을 때 일어날 가능성이 크다.

342 ㄴ. B에서는 태양 – 달 – 지구의 순으로 일직선을 이루므로 일식이 일어날 수 있고, D에서는 태양 – 지구 – 달의 순으로 일직선을 이루므로 월식이 일어날 수 있다.

[오답피하기] ㄱ. A는 달이 태양의 오른쪽 직각 방향에 있으므로 하현달이고, C는 달이 태양의 왼쪽 직각 방향에 있으므로 상현달이다.

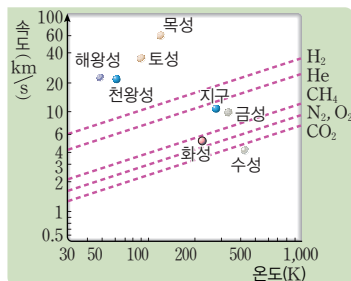
ㄷ. B에서는 달이 초저녁에 지고, C에서는 자정에 진다. 또한, D에서는 다음 날 새벽에 진다. 따라서 B → C → D로 갈수록 달이 지는 시각이 늦어진다. 이는 달이 지구 주위를 서에서 동으로 공전하기 때문에 생기는 현상이다.

343 기체 분자의 평균 속도는 분자량이 작으면 빠르고 분자량이 크면 느리다. 수증기는 산소보다 평균 속도가 빠르지만, 수증기의 평균 속도보다 빠른 산소 기체도 존재한다.

344 끓는점이 높은 분자는 온도가 높아야 기체가 된다. 분자량이 크면 평균 속도가 느리고, 평균 온도가 높으면 기체의 평균 속도가 빨라진다. 기체의 평균 에너지는 분자량에 관계없이 온도에 비례한다.

345 탈출 속도가 가장 큰 행성은 목성이다. 수소는 이산화탄소보다 평균 운동 속도가 빠르다. 이산화탄소의 평균 운동 속도는 지구의 탈출 속도에 도달하지 않았다. 목성에서는 대부분의 기체가 탈출하지 못한다.

자료분석 노하우

■ **기체의 평균 운동 속도＋행성의 탈출 속도**

위 그래프에는 행성들의 온도와 행성의 탈출 속도가 점으로 표시되어 있다. 예를 들어 목성의 경우는 온도가 130K, 탈출 속도가 60km/s 이다. 이는 목성의 표면 온도가 130K이고 목성을 탈출하기 위해서는 60km/s 속도가 필요함을 의미한다. 그리고 점선으로 나타난 선은 각 기체들의 온도에 따른 속도를 나타내었다. 예를 들어 수소는 30K일 때는 6km/s의 속도를 갖고 1,000K일 때는 30km/s의 속도를 갖는다. 따라서 수소가 갖는 속도 범위는 목성보다 아래쪽에 위치하므로 수소는 목성을 탈출하지 못한다. 그러나 수소의 점선은 지구, 금성, 화성, 수성보다 위쪽에 위치하므로 수소는 지구, 금성, 화성, 수성을 탈출한다.

346 미행성 충돌 시기는 지권과 기권, 마그마 바다는 지권과 기권, 원시 바다는 지권, 기권, 수권이 있었으며, 오존층은 생물에 의한 산소 생성이 주요 원인이 되었다.

347 화산 활동에 의해 화산재, 가스 등이 방출되는 현상은 지권에서 기권으로 물질과 에너지가 이동하는 경우에 해당한다. 해수의 나트륨 이온과 마그네슘 이온은 주로 육지로부터 공급되며, 화산재가 대기 중에 많아지면 햇빛을 반사해 기온을 떨어뜨린다.

348 생명 가능 지대는 행성이 공전하는 별과의 거리가 중요하다. 태양계에서는 태양으로부터의 거리가 가까우면 뜨거워 생명체가 살기 어렵고, 태양으로부터의 거리가 멀면 차가워서 생명체가 살기 어렵다.

349 지구에 가장 풍부한 원소는 Fe이고, Li, Na은 최외각 전자의 수가 1개이다. 같은 족의 원소들은 비슷한 성질을 갖는다.

350 지표로부터 높이 약 80～400km 상공에는 전리층이 있어서 지상에서 발사된 전파를 반사해 무선 통신이 가능하게 한다. 전리층은 태양풍, 우주선, 지구 자기장 등의 영향을 받는다.

III 생명의 진화

08 | 생명의 탄생

핵심 문제로 **개념 마무리** p.91

351 (1) 공유 (2) CO_2 (3) 유기물 **352** (1) ㉡ (2) ㉠ (3) ㉢ **353** (1) 유기물, CO_2 (2) 독립, O_2 (3) 산소, 종속 (4) 육상

351 (1) 탄소 화합물은 탄소 원자 간의 공유 결합으로 긴 사슬과 고리 구조를 만들 수 있다.
(2) 탄소 화합물이 연소되면 CO_2와 H_2O가 생성된다.
(3) 생명체는 여러 가지 탄소 화합물에 의해 생명 활동이 이루어지며, 탄수화물, 지질, 단백질 등의 유기물은 모두 탄소 화합물이다.

352 (1) 핵산은 수많은 뉴클레오타이드가 연결되어 구성된다.
(2) 단백질은 아미노산의 펩타이드 결합에 의해 폴리펩타이드를 이룬다.
(3) 세포막은 인지질 2중층으로 되어 있으며 여기에 단백질이 군데군데 파묻혀 있거나 관통한다.

353 (1) 원시 생명체는 종속 영양 생물로서 물속의 풍부한 유기물을 흡수하여 양분을 얻어 생활하였으므로 원시 생명체로 인해 유기물의 양은 감소했고, 대기 중의 CO_2 농도는 증가한다.
(2) 광합성을 하는 생물은 독립 영양 생물이며, 이들의 광합성 결과 O_2 농도가 증가한다.
(3) O_2 농도가 증가하여 이를 이용하여 산소 호흡을 하는 종속 영양 생물이 증가했다.
(4) 오존층의 형성은 해로운 자외선을 막아 주어 육상 생물이 출현할 수 있는 환경을 제공했다.

내신 분석 기출문제 pp.92~97

354 ④ **355** 해설 참조 **356** ⑤ **357** ⑤ **358** ① **359** ④ **360** ① **361** ③ **362** ④ **363** ④ **364** ② **365** ② **366** 해설 참조 **367** ② **368** ⑤ **369** ③ **370** ② **371** ⑤ **372** ⑤ **373** ⑤ **374** ④ **375** ④ **376** 해설 참조 **377** ② **378** ① **379** ④ **380** ① **381** ④ **382** ⑤ **383** ⑤ **384** (마) → (나) → (다) → (가) → (라)

354 (가)는 지질, (나)는 핵산 중 DNA, (다)는 포도당이 여러 개 연결된 다당류인 녹말, (라)는 물 분자, (마)는 아미노산이 펩타이드 결합으로 결합된 단백질이다. 탄소 화합물은 탄소를 기본으로 수소, 산소, 질소, 황 등이 공유 결합을 하여 이루어진 화합물을 말한다. 물의 경우 탄소를 가지고 있지 않으므로 탄소 화합물이 아니다.

355 탄소 원자는 다른 탄소 원자나 그 밖의 다른 원자와 다양한 형태의 결합을 형성할 수 있어 다양한 탄소 화합물을 생성할 수 있다. 또한 생명체를 구성하는 물질 중 물, 무기 염류 등의 무기물을 제외한 유기물은 모두 탄소 화합물이다. 그러므로 우리 몸에 탄소가 많이 포함되어 있다.

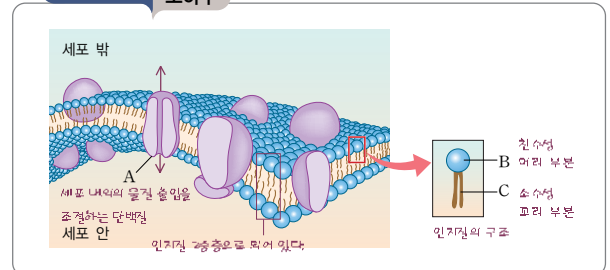
모범답안 탄소는 수많은 원자들과 결합하여 다양한 화합물을 만들 수 있으며, 이를 통해 생명체의 구성 성분인 유기물이 많이 만들어졌기 때문이다.

채점 기준	배점
탄소는 여러 결합 방식을 통해 다양한 화합물을 만들 수 있으며, 이를 통해 많은 유기물이 만들어졌다는 것을 옳게 서술한 경우	5점
탄소가 여러 결합 방식을 통해 다양한 화합물을 만들 수 있다는 것만 옳게 서술한 경우	3점
생명체를 구성하는 유기물에 탄소가 있다는 것만 옳게 서술한 경우	2점

356 ㄱ. 반응물은 화학 반응식의 왼쪽에 나타내며, 생성물은 화학 반응식의 오른쪽에 나타낸다.
ㄷ. 2분자의 암모니아인 $2NH_3$의 생성에 질소 1분자(질소 원자 2개)가 필요하다.
[오답피하기] ㄴ. 무기물인 질소와 수소가 결합하여 무기물인 암모니아가 된다.

357 탄소 화합물이 다양한 것은 탄소와 탄소가 연결되어 형성되는 탄소 골격의 길이와 연결되는 모양이 다양하며, 다양한 원소와 결합할 수 있기 때문이다.

358 ㄱ. A는 단백질이며, 인지질 2중층 사이에 끼어 있거나 표면에 붙어 있어 선택적으로 물질을 출입시키는 운반체 역할을 하거나 외부로부터 신호를 받아들이는 수용체 역할을 한다.
[오답피하기] ㄴ. B는 인지질의 머리 부분이며, 친수성을 나타내고 물과 친하므로 밖을 향하고 있다. C는 인지질의 꼬리 부분이며, 소수성을 나타내고 물과 친하지 않으므로 안쪽을 향해 있다.
ㄷ. 세포막을 구성하는 성분은 약한 상호 작용에 의해 결합되어 있어 고정되지 않고 유동적이다.

자료분석 노하우

359 ㄴ. 그림 (가)와 (나)에서 인지질의 머리 부분은 물이 있는 쪽으

로 배열되어 있고, 꼬리 부분은 물이 없는 쪽을 향하고 있거나 서로 마주 보고 있다. 즉, 인지질의 분자 구조에서 머리 부분은 친수성(물에 대한 친화성이 크다.)이고, 꼬리 부분은 소수성(물에 대한 친화성이 작다.)이라는 것을 알 수 있다.
ㄷ. 막으로 둘러싸인 세포가 탄생하기 위해서는 인지질이 많이 필요하다. 원시 바다에 인지질 농도가 높아지면 물속에서 인지질이 자발적으로 모여 막으로 둘러싸인 세포를 탄생시키는 기원이 된다.
[오답피하기] ㄱ. 세포막은 인지질의 꼬리가 서로 마주 보는 2중층 구조로 되어 있으며, 여기에 단백질이 군데군데 파묻혀 있거나 관통하고 있다.

360 ① 탄소 화합물은 탄소(C)가 수소(H), 산소(O), 질소(N), 황(S) 등과 공유 결합하여 이루어진 화합물이다. 물(H_2O)은 수소와 산소로 이루어진 무기물로 탄소 화합물이 아니며, 생명체 이외에도 존재한다.
[오답피하기] ② 핵산은 DNA와 RNA를 말하며, DNA와 RNA의 구성 단위는 뉴클레오타이드이고, 뉴클레오타이드는 인산 : 당 : 염기가 1 : 1 : 1로 결합되어 있다.
③ 지질 중 인지질은 단백질과 함께 세포막과 세포 소기관들의 막인 생체막을 구성한다. 또한 지질은 체내에서 분해되어 에너지원으로 사용되며, 1g당 약 9kcal의 에너지를 낸다.
④ 탄수화물은 1g당 약 4kcal의 에너지를 내며, 체내에 저장되는 양이 적고 대부분 에너지원으로 사용되므로 우리 몸의 주요 에너지원이다.
⑤ 물질대사는 동화 작용과 이화 작용으로 나눌 수 있는데 이들의 대표적인 예인 광합성과 세포 호흡은 모두 효소가 관여하며, 효소의 주성분은 단백질이다. 단백질은 온도와 pH에 의해 분자 구조가 영향을 많이 받으므로 효소는 반응을 가장 잘 일으키는 최적 온도와 최적 pH가 있다.

361 ㄱ. 단백질의 구성 단위가 아미노산이므로 이들의 구성 원소는 같다. 아미노산의 배열 순서에 따라 단백질의 종류가 결정된다.
ㄷ. 탄소는 여러 원소와 결합하여 아미노산을 구성하며, 아미노산이 펩타이드 결합을 통해 연결된 폴리펩타이드인 단백질을 형성한다.
[오답피하기] ㄴ. 펩타이드 결합은 아미노산과 아미노산의 결합이다.

362 ④ DNA의 염기는 아데닌(A), 티민(T), 구아닌(G), 사이토신(C)이며, RNA의 염기는 아데닌(A), 우라실(U), 구아닌(G), 사이토신(C)이다. 그러므로 티민(T)은 DNA에는 있고, RNA에는 없는 염기이다.
[오답피하기] ①, ② 핵산은 인산, 당, 염기로 구성되며, 당은 DNA의 경우 디옥시리보스($C_5H_{10}O_4$)이며, RNA의 경우 리보스($C_5H_{10}O_5$)로 탄소를 포함하고 있다.
③ 핵산은 생명체의 모든 유전 정보를 저장하고 있으며, 자기 복제 능력이 있어 자손에 유전 정보를 전달할 수 있다.
⑤ DNA와 RNA는 모두 인산, 당, 염기로 결합된 뉴클레오타이드를 구성 단위로 한다.

363 ㄴ. 단백질, 핵산, 인지질은 모두 탄소를 포함하는 탄소 화합물이다.
ㄷ. 세포막은 인지질 2중층으로 되어 있으며 여기에 단백질이 군데군데 파묻혀 있거나 관통하고 있다.
[오답피하기] ㄱ. 단백질은 아미노산의 펩타이드 결합으로 연결되어 있지만, 핵산은 수많은 뉴클레오타이드가 연결되어 있다.

364 ㄴ. DNA와 RNA를 구성하는 당은 디옥시리보스와 리보스로 서로 다르고, 염기도 DNA에는 티민이, RNA에는 우라실이 각각 다르게 존재하지만 핵산을 이루는 구성 단위는 뉴클레오타이드이며, 뉴클레오타이드의 인산 : 당 : 염기의 구성 비율은 1 : 1 : 1이다.
[오답피하기] ㄱ. DNA를 구성하는 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 티민(T)인데 비해, RNA는 티민(T) 대신 우라실(U)을 갖는다.
ㄷ. DNA는 유전 정보를 저장하는 역할을 하며, RNA는 핵속에 있는 DNA의 유전 정보를 세포질에 있는 단백질 합성 기구로 전달하는 역할을 한다.

365 제시된 3가지 물질 중 생리 작용을 조절하는 것은 단백질이므로 A는 단백질이다. DNA와 RNA 중에 2중 나선 구조인 것은 DNA이므로 B는 DNA, C는 RNA이다.
ㄴ. DNA(B)는 당으로 디옥시리보스를 가지며, RNA(C)는 당으로 리보스를 갖는다.
[오답피하기] ㄱ. A는 단백질이다. 염기 서열로 유전 정보를 저장하는 역할을 하는 것은 핵산인 DNA이다.
ㄷ. C는 RNA이며, 아미노산은 단백질의 구성 단위이다.

366 세포막은 세포를 주위 환경으로부터 분리시켜 세포 내부에서 생명 활동이 가능하게 해 주는 역할을 해야 한다. 세포의 내부와 외부는 물의 비중이 높으므로 친수성인 머리가 물 쪽으로 향해 있는 2중층 구조로 되어 있어야 유리하다.
모범답안 인지질의 친수성인 머리가 물 쪽으로 향하는 2중층이므로 물로 채워진 세포 내부와 외부를 분리하여 생명 활동이 가능하게 해 준다.

채점 기준	배점
인지질이 친수성인 머리와 소수성인 꼬리로 구성되어 있어 2중층 구조를 이루어 세포 바깥쪽과 분리되어 세포 내부의 생명 활동이 유리하다는 것을 옳게 서술한 경우	5점
인지질이 친수성인 머리와 소수성인 꼬리로 구성되어 있다는 것만 옳게 서술한 경우	3점

367 ㄴ. 환원성 기체는 수소, 메테인, 암모니아와 같이 수소를 포함한 물질로 이루어진 기체를 말한다. 원시 지구에는 산소가 거의 없어서 환원성 기체가 존재할 수 있었으며, 이로부터 유기물이 합성되었다.
[오답피하기] ㄱ. 원시 대기에는 현재의 대기와 달리 환원성 기체가 주성분을 이루었고 산소는 거의 없었다.
ㄷ. 오존층은 독립 영양 생물의 출현으로 O_2가 많이 생성되면서 만들어진 것이다.

368 ㄴ. 원시 대기는 불안정하여 생명체가 탄생할 환경이 되지 못했다. 그러나 원시 바다와 같은 물속은 축적된 유기물이 많았으므로 원시 생명체가 탄생할 환경이 조성되었다.
ㄷ. 핵산은 당, 인산, 염기로 구성된 탄소 화합물로 유전 정보를 저장하고 있지만 (가)~(다)에는 자기 복제를 할 수 있는 핵산이 없다.
[오답피하기] ㄱ. (가), (나), (다)는 원시 생명체가 아니라 그 전 단계인 원시 생명체의 기원이라고 생각되는 물질들이다.

369 코아세르베이트는 원시 바다에 축적된 단백질 등의 고분자 유기물이 뭉쳐 형성된 콜로이드 상태의 액체 방울을 말한다. 코아세르베이트는 유기물 복합체이지만 자기 복제를 할 수 있는 핵산(DNA, RNA)이나 물질대사를 위한 효소가 없으므로 생명체의 전 단계에 해당한다고 볼 수 있다.
ㄱ. 핵산이 없으므로 돌연변이가 일어나지 못한다. 주변으로부터 물질을 흡수하고 어느 정도 자라면 분리될 뿐 형질 변환은 일어나지 않는다.
ㄷ. 단백질 입자 등 고분자 유기물을 물 분자가 둘러싸서 만들어진 것이므로 주변 유기물을 흡수하여 크기가 점점 커지기도 하고 분리되기도 한다.
[오답피하기] ㄴ. 오파린은 이 액체 방울을 코아세르베이트라고 하였다. 하지만 오파린은 코아세르베이트를 최초의 생명체라고 하지는 않았다. 원시 생명체는 코아세르베이트에 핵산과 효소가 추가되어 자기 복제와 물질대사 능력이 있어야 하므로 오파린은 코아세르베이트를 최초 생명체의 전 단계라고 주장하였다.

370 ② 생명체의 특성 중에서 무생물과 가장 크게 구별되는 특징은 자신을 닮은 자손을 남긴다는 것이다. 즉, 유전 물질인 핵산을 가지고 있어 자기 복제를 하고, 유전 정보에 따라 효소를 만들어 스스로 물질대사를 할 수 있어야 한다. 따라서 코아세르베이트와 마이크로스피어가 원시 생명체로 진화하기 위해서는 반드시 유전 물질을 가지고 증식할 수 있어야 한다.
[오답피하기] ① 핵막이 없는 원핵생물도 있으므로 핵막의 유무는 생명체의 필수적인 요소가 아니다.
③ 무기물로부터 유기물을 합성하는 것은 독립 영양 생물이다.
④ 일정한 크기 이상이 되면 분열하는 특성은 코아세르베이트와 마이크로스피어에서도 관찰된다.
⑤ 생물 중에는 단세포 생물도 많으므로 반드시 여러 개가 모여 하나의 기능을 수행해야 하는 것은 아니다.

371 ㄱ. 코아세르베이트와 마이크로스피어는 모두 원시 바다에서 생성된 유기물이다.
ㄴ. 코아세르베이트와 마이크로스피어는 모두 어느 정도 자라면 분열하는 특징을 갖는다.
ㄷ. 주변 물질들을 받아들여 커지며, 막으로 둘러싸여 있다.

372 ㄱ. 리포솜은 인지질을 물속에 넣었을 때 인지질이 2중층으로 배열하여 형성하는 속이 빈 작은 방울이다.
ㄷ. 크기가 커질 경우 분열하여 작은 리포솜으로 나눠지며, 농도가 다른 용액에 있으면 삼투 현상으로 팽창되거나 수축된다.
[오답피하기] ㄴ. 리포솜은 효소가 없어 물질대사를 할 수 없다.

373 ㄴ. U자관은 원시 대기의 무기물이 여러 환경을 거쳐 최종적으로 유기물로 합성되어 저장되는 장소이므로 U자관에 모인 물은 원시 바다를 의미한다.
ㄷ. 밀러의 실험 결과 U자관에는 간단한 유기물인 아미노산, 요소, 사이안화수소 등이 합성되었고, 복잡한 유기물인 단백질은 없었다.
[오답피하기] ㄱ. 혼합 기체에는 환원성 기체인 메테인(CH_4), 암모니아(NH_3), 수증기(H_2O), 수소(H_2)가 있다. 산소(O_2)는 없다.

374 ㄴ. 냉각 장치를 통과시키는 것은 물을 차갑게 공급하여 낮과 밤의 온도 차나 비로 인해 급격히 식어지는 환경 등을 재현하기 위한 것이다.
ㄷ. 고전압 전류에 의한 전기 방전은 번개 등 원시 지구 환경에서 쉽게 볼 수 있었던 불안정한 상황을 재현한 것이다.
[오답피하기] ㄱ. 끓는 물은 화산 폭발 등에 의해 높아지는 열에너지의 재현하기 위한 것이다.

375 ④ 밀러의 실험은 원시 대기의 무기물에서 아미노산과 같은 유기물이 합성됨을 검증한 것이다.
[오답피하기] ① 유기물의 합성에 전기 방전이 필요하지만 물을 끓이거나 냉각시키는 장치도 함께 있으므로 이 실험은 유기물의 합성에는 원시 지구의 여러 환경이 모두 작용했다고 추측한 것이다.
② 밀러는 에너지의 발생을 보려고 한 것이 아니라 원시 지구 환경의 조건을 만들고 이때의 에너지를 이용하여 무기물에서 유기물이 합성됨을 확인하고자 한 것이다.
③ 전기 방전은 원시 대기에 해당하는 무기물을 유기물로 합성하기 위해 에너지를 공급하는 과정이다.

⑤ 전기 방전이 번개의 에너지에 해당된다는 것은 밀러가 이미 알고 있는 사실로, 이를 토대로 실험 장치를 고안한 것이다.

376 원시 대기가 산소가 있는 산화성 대기라면 유기물이 합성되어도 쉽게 산화되어 생명체로 진화하지 못한다.

모범답안 생명의 기원은 무기물에서 유기물이 합성되면서 시작된다. 만약 원시 대기가 산소가 많은 조건이라면 유기물이 합성되어도 풍부한 에너지원에 의해 산화되고 분해되어 생명체가 되지 못했을 것이다. 그러므로 원시 대기 성분은 환원성 기체인 수소와 결합한 상태였을 것이다.

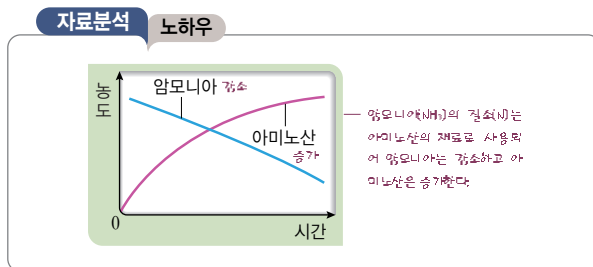
채점 기준	배점
유기물 합성을 위해 원시 대기가 환원성 대기여야 하는 이유를 옳게 서술한 경우	5점
산화성 대기일 경우 유기물 합성이 안 된다는 것만을 옳게 서술한 경우	3점
환원성 대기일 경우 유기물 합성이 잘 된다는 것만을 옳게 서술한 경우	2점

377 ② 시간의 경과에 따라 암모니아의 농도는 감소하고 아미노산의 농도가 증가하는 것은 암모니아가 원시 지구 환경의 여러 자연 에너지를 통해 아미노산으로 합성되면서 그 농도가 감소하였기 때문이다.

[오답피하기] ①, ③ 고전압 전류를 준 것은 원시 지구의 자연 에너지를 재현한 것이며, 이것을 통해 암모니아의 농도가 감소한 것은 아니다.

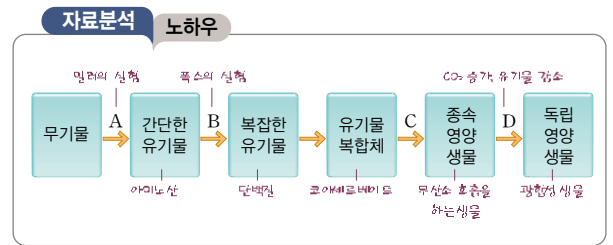
④ 밀러의 실험은 원시 대기의 성분인 무기물이 원시 지구 환경의 여러 자연 에너지에 의해 최초의 유기물인 아미노산으로 합성되는 과정을 확인한 것이다. 고분자 유기물인 단백질은 아미노산의 펩타이드 결합으로 이루어지는데 이 과정은 밀러의 실험을 통해서는 알 수 없다.

⑤ 암모니아는 아미노산의 성분이 되는 질소를 공급해 준다.

자료분석 노하우

378 ㄴ. 간단한 유기물이 복잡한 유기물로 되기 위해서는 동화 작용이 일어나야 하며, 이때 에너지가 필요하다. 유기물 복합체에서 최초의 생명체인 무산소 호흡을 하는 종속 영양 생물이 되기 위해서도 에너지가 반드시 필요하다.

[오답피하기] ㄱ. 간단한 유기물이 생성된 후 복잡한 유기물인 단백질, 핵산, ATP가 생성되어야 하므로 단백질이 합성되는 과정은 B이다.

ㄷ. D는 CO_2가 증가하고 유기물이 감소하는 과정이다.

자료분석 노하우

379 ④ 탄소는 다양한 원소와 결합할 수 있어 다양한 성질을 가지는 화합물을 형성할 수 있다. 생명체는 탄소를 기본 골격으로 하는 단백질과 같은 유기물로 구성된다.

[오답피하기] ① 핵산은 생명 현상을 조절하는 유전 물질이며, 자기 복제를 위해 반드시 필요하다.

② 원시 대기 중에는 오존층이 형성되어 있지 않아 강한 자외선이 유입되어서 최초의 생명체는 원시 바다에서 탄생했을 것이다.

③, ⑤ 생명체는 효소를 이용한 물질대사를 통해 에너지를 얻을 수 있으므로 생명체가 생명 현상을 유지하기 위해서는 효소가 필요하다.

380 ㄱ. 생명의 기원은 무기물에서 유기물이 합성되었을 것이라고 주장한다. 만약 원시 대기가 산소가 있는 산화성 기체라면 유기물이 생기더라도 산소에 의해 쉽게 산화되어 생명체가 되지 못했을 것이다.

[오답피하기] ㄴ. 유기물의 산화는 산소가 있어야 일어난다.

ㄷ. 화산 활동 등의 높은 온도에 의해 만들어진 기체는 아니다.

381 ㄴ. 대기 중에 독립 영양 생물에 의해 생성된 O_2가 많아지면서 일부가 O_3으로 되어 오존층을 형성하고 자외선을 차단하면서 육상 생물이 출현하는 계기를 만들었다.

ㄷ. 독립 영양 생물에 의해 생성된 O_2는 이를 이용하는 산소 호흡을 하는 생물의 번성을 가져왔다.

[오답피하기] ㄱ. 독립 영양 생물이 광합성을 통해 방출한 O_2에 의해 오존층이 형성되었다.

382 ㄱ. 원시 지구의 대기에는 O_2가 거의 없었으므로 최초로 출현한 생물은 무산소 호흡을 통해 에너지를 얻었다.

ㄴ. 원시 바다 속에는 각종 유기물인 아미노산 등과 유기물 복합체들이 있었으므로 이런 유기물을 섭취하는 종속 영양 생물이 최초로 출현할 수 있었다.

ㄷ. 최초의 생명체는 세균과 같은 단순한 형태의 단세포 원핵생물이었을 것이다. 원핵생물은 핵막이 없이 핵 물질이 세포질 내에 퍼져 있으므로 핵과 세포질이 구분되지 않는다.

383 ㄱ. 원시 생명체는 무산소 호흡을 하는 생물이므로 무산소 호흡 결과 CO_2를 방출하고, 독립 영양 생물은 CO_2와 태양의 빛에너지를 이용하여 광합성을 하므로 O_2를 방출한다. 독립 영양

생물로부터 생성된 O_2를 이용하고, 유기물을 섭취하는 종속 영양 생물의 산소 호흡 결과 CO_2가 생성된다.

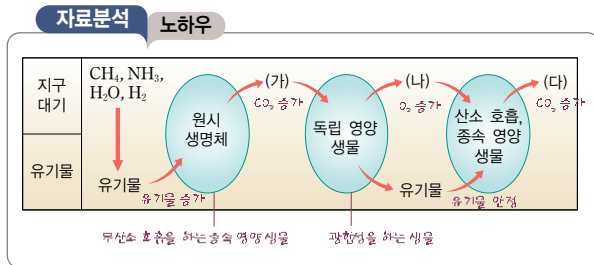
ㄴ. 독립 영양 생물의 증가로 인해 O_2가 증가했고, 일부가 O_3으로 되어 오존층을 형성하고 자외선을 차단하면서 육상 생물이 출현하는 계기가 되었다.

ㄷ. (다)는 CO_2이며, 광합성의 재료이므로 독립 영양 생물의 증가를 가져오는 계기가 되었다.

자료분석 노하우

지구 대기 | CH_4, NH_3, H_2O, H_2 | (가) CO_2 증가 | (나) O_2 증가 | (다) CO_2 증가

유기물 | 유기물 (유기물 증가) | 원시 생명체 | 독립 영양 생물 | 산소 호흡, 종속 영양 생물 | 유기물 (유기물 안정)

무산소 호흡을 하는 종속 영양 생물 | 광합성을 하는 생물

384 최초의 생명체는 원시 바다에 축적된 유기물을 이용하여 무산소 호흡을 하는 종속 영양 생물이다. 이 결과 CO_2가 발생하였으며, CO_2 농도가 증가하게 되면서 태양의 빛에너지를 이용하여 유기물을 합성하는 독립 영양 생물이 출현하게 되었다. 최초의 독립 영양 생물은 홍색황세균이나 녹색황세균과 같은 광합성 세균이었으며, 그 후 조류가 증가하면서 O_2는 더 많이 증가했다. 그리고 O_2가 풍부해짐에 따라 산소 호흡을 하는 종속 영양 생물이 출현하게 되었다.

내신 완성 1등급문제 pp.98~99

385 ① 386 ⑤ 387 ③ 388 ② 389 ① 390 ② 391 해설 참조 392 해설 참조 393 해설 참조

385 ㄱ. 세포막 단백질의 유동성으로 형광 물질이 고루 섞였다.

[오답피하기] ㄴ. 세포막 단백질의 빠르기가 사람 세포와 쥐 세포 중 어느 것이 더 빠른지는 알 수 없다.

ㄷ. 이 실험은 세포막 단백질의 유동성에 관한 실험이므로 단백질이 세포 내외로의 물질 수송을 담당하는 것은 이 실험을 통해서는 알 수 없다.

386 ㄱ. 1과 7은 인산이며, DNA와 RNA에서 동일하다.

ㄴ. DNA를 구성하는 당(2)은 디옥시리보스이며, RNA를 구성하는 당(8)은 리보스이므로 서로 다르다.

ㄷ. DNA(가)를 구성하는 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 티민(T)으로 4종류이며, RNA(나)를 구성하는 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 우라실(U)로 4종류이다. DNA(가)와 RNA(나)의 염기 중 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C)이 같다.

387 RNA 진화 가설은 원시 생명체가 탄생하는 과정을 가정한 것이다. 원시 지구에 자기 복제 능력을 가진 RNA와 원시 단백질이 나타나고(다), 이들이 막에 둘러싸여 원시 세포를 이룬다. → 단백질 합성을 촉진하는 RNA가 나타나 RNA의 유전 정보를 바탕으로 단백질이 합성된다(가). → 합성된 단백질 중에서 효소 기능을 가진 종류가 나타나 물질대사가 더욱 다양해진다(마). → RNA에서 역으로 DNA를 합성하는 역전사 효소가 나타나 DNA가 합성된다(라). → 보다 안정적인 DNA가 유전 정보를 저장하는 기능을 담당하고, RNA는 유전 정보를 전달하는 기능을 맡게 된다. 그 결과 DNA의 유전 정보를 바탕으로 단백질이 합성되는 원시 생명체가 탄생하게 된다(나).

388 ㄴ. (나)에서 암모니아(NH_3), 사이안화수소(HCN), 알데하이드의 농도가 줄어들면서 아미노산의 농도가 증가하는 것으로 보아 이들이 재료가 되어 아미노산이 생성되었음을 알 수 있다.

[오답피하기] ㄱ. (가)를 통해 유기물은 무기물의 전기 방전 결과 생성된 것을 알 수 있다.

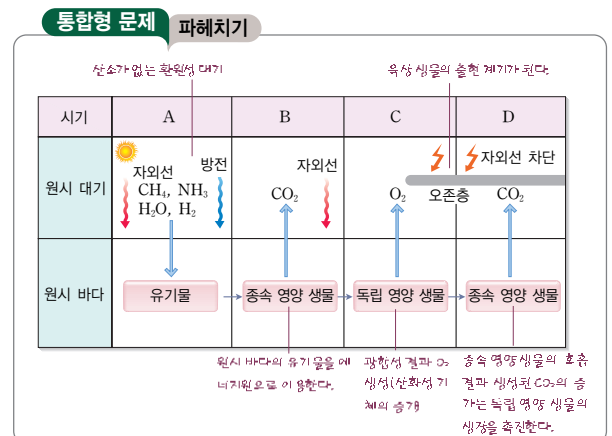
ㄷ. 밀러의 실험 결과 생명체가 탄생한 것은 알 수 없다. 단지 무기물에서 유기물인 아미노산이 생성된 것을 확인할 수 있다.

389 ㄱ. A 시기는 무기물에서 유기물이 생성되지만 아직 최초의 생명체가 나타나기 전이다.

ㄴ. B 시기의 종속 영양 생물은 O_2가 거의 없는 원시 바다에서 유기물을 분해하면서 사는 무산소 호흡을 하는 생물이며, C 시기의 독립 영양 생물은 B 시기의 종속 영양 생물로부터 얻은 CO_2를 이용하여 광합성을 하는 독립 영양 생물이다. 그러나 자외선을 차단하는 오존층이 없으므로 원시 바다에서 생활했다.

[오답피하기] ㄷ. B 시기에 무산소 호흡을 하는 생물은 원시 바다의 유기물을 분해하여 에너지를 생산했다.

ㄹ. C 시기에 독립 영양 생물로부터 방출된 O_2의 일부가 O_3으로 되어 오존층이 형성되고, 이 오존층은 육상 생물의 출현 계기가 된다. 그러나 D 시기에 종속 영양 생물의 출현 계기는 오존층이 아니라 독립 영양 생물에 의해 방출된 O_2이다.

통합형 문제 파헤치기

390 ㄷ. 아미노산이 길게 연결된 폴리펩타이드 가닥이 단백질이며, 아미노산의 종류에 따라 단백질의 종류도 달라진다.

[오답피하기] ㄱ. 단백질의 합성 과정에서 아미노산과 아미노산의 펩타이드 결합이 형성될 때 1분자의 물이 방출된다.

ㄴ. 아미노산과 아미노산이 펩타이드 결합을 하므로 펩타이드 결합의 수는 아미노산의 수보다 1개 더 적다.

391 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

탄소 화합물의 구조와 성질을 알고 있어야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

● 탄화수소와 탄소 화합물은 무엇인가?

→ 탄화수소는 탄소와 수소로만 구성된 화합물이며, 탄소 화합물은 탄소, 수소, 산소 등으로 이루어진 화합물이다. 그러므로 탄화수소는 탄소 화합물에 속한다.

답안작성 키워드 탄소 화합물, 공유 결합

모범답안 탄소 원자는 다양한 방법으로 서로 연결되어 탄소 화합물을 만들 수 있고, 그 화합물에 다른 원소가 결합되어 생명체를 구성하는 고분자 유기물을 만들기에 유리하다. 그러나 탄소가 아닌 다른 원소의 경우 공유 결합을 형성하는 데 쓰일 수 있는 전자가 탄소보다 적기 때문에 고분자 유기물을 만들기 어렵다.

유사답안 탄소 화합물은 물 분자가 떨어지면서 탈수 축합 반응을 통해 분자 간 결합을 한다. 탄소는 탄소 원자끼리의 결합 사슬이 무한대로 이루어질 수 있으며, 거의 대부분이 다른 원소와 결합할 수 있는 특징이 있다. 이와 같이 단위체 사이에 탈수 축합 반응이 연속적으로 일어나면서 고분자 유기물을 만들기에 유리하다. 그러나 탄소가 아닌 다른 원소의 경우 공유 결합을 형성하는 데 쓰일 수 있는 전자가 탄소보다 적기 때문에 고분자 유기물을 만들기 어렵다.

채점 기준	배점
생명체를 구성하는 주요 성분이 탄소인 것은 탄소의 어떤 성질 때문인지 정확히 쓰고, 생명체를 구성하는 유기물의 기본 구조가 탄소가 아닐 때 유기물과 탄소 화합물의 차이를 옳게 서술한 경우	7점
두 가지 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	5점

392 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

단백질, DNA, RNA의 서로 다른 특징을 통해 이들의 역할을 구분할 수 있어야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ RNA가 DNA와 다른 점은 무엇인가?

→ RNA도 DNA와 마찬가지로 핵산의 일종이며, 뉴클레오타이드 중합체이다. RNA의 뉴클레오타이드는 당의 종류와 염기의 구성이 DNA와 다르며, RNA의 구조와 기능도 DNA와 다르다.

❷ RNA가 원시 생명체의 필수적인 요소로 가장 먼저 생성되어야 하는 이유는 무엇인가?

→ RNA는 가장 간단한 형태이며, DNA의 유전 정보 발현 과정에서 보조적인 역할을 하지만 역전사 효소의 작용으로 DNA를 합성할 수 있다. 이와 같이 RNA는 유전 정보를 암호화할 수 있고, 복제할 수 있는 기능이 있을 뿐만 아니라 효소로 작용하여 단백질의 합성을 돕는 기능을 가지고 있기 때문이다.

답안작성 키워드 자기 복제, 효소, 정보 저장

모범답안 단백질은 정보 저장 기능이 없으므로 스스로 복제가 안 되며, DNA는 효소가 없으면 스스로 복제할 수 없기 때문에 가장 먼저 생성된 물질은 RNA이다.

유사답안 RNA는 유전 정보를 암호화할 수 있고, 복제할 수 있는 기능이 있을 뿐만 아니라 효소로 작용하여 단백질의 합성을 돕는 기능을 가지고 있기 때문에 단백질, DNA, RNA 중 가장 먼저 생성되어야 한다.

채점 기준	배점
단백질과 DNA가 가장 먼저 생성될 수 없는 이유를 옳게 서술한 경우	10점
가장 먼저 생성될 수 없는 이유를 단백질 또는 DNA 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	4점
RNA가 가장 먼저 생성된 물질인 것만 서술한 경우	2점

393 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

원시 생명체가 탄생할 수 있는 환경은 무엇인지 알고 있어야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

● 심해 열수구란 무엇인가?

→ 해저 화산 활동으로 뜨거운 물과 황화수소 및 황화철이 바다로 분출되는 장소이며, 열수구 주위에는 짙은 농도의 수소 가스, 메테인, 암모니아가 존재한다. 현재 생명체의 탄생 장소로 여겨지고 있는 곳이다.

답안작성 키워드 심해 열수구, 원시 생명체 탄생

모범답안 뜨거운 물인 열수가 공급되어 수소, 메테인, 암모니아로 하여금 아미노산과 같은 단위체가 생성되고, 단백질과 같은 중합체로 변할 수 있었을 것이며, 열수의 풍부한 열에너지가 촉매로 작용하여 물질의 합성이 일어났을 것이다. 또한 황화수소와 황화철을 이용하여 살아가는 원시 생명체가 탄생할 수 있었을 것이다.

유사답안 심해 열수구에서 공급되는 뜨거운 물과 열에너지로 인해 화학 반응이 활발하여 수소, 메테인, 암모니아로부터 아미노산이 합성되고, 아미노산이 결합하여 단백질이 합성되었으며, 무기물인 황화수소, 황화철을 이용한 원시 생명체가 탄생할 수 있었을 것이다.

채점 기준	배점
제시된 열수구의 특징 3가지를 모두 분석하여 원시 지구의 유기물 합성을 옳게 서술한 경우	7점
제시된 열수구의 특징 중 2가지만 분석하여 원시 지구의 유기물 합성을 옳게 서술한 경우	5점
열에너지에 의한 것만을 간단히 서술한 경우	3점

09 | 생명의 진화

핵심 문제로 **개념 마무리** p.101

394 ㉠ 없다, ㉡ 없다, ㉢ 있다, ㉣ 있다 **395** (1) ○ (2) × (3) ○ **396** ㄱ, ㄷ
397 (1) ㉢ (2) ㉡ (3) ㉠ **398** ㉠ 표준, ㉡ 시상 **399** (1) ㉡ (2) ㉣ (3) ㉠ (4) ㉢

394 원핵세포와 진핵세포는 모두 세포막으로 싸여 있고, 유전 물질(DNA)이 있어 자기 복제를 하며, 단백질을 합성하는 리보솜이 있다.
원핵세포는 핵막이 없어 DNA가 세포질에 흩어져 있고, 미토콘드리아나 엽록체와 같은 막 구조를 가진 세포 소기관이 없다. 반면에 진핵세포는 핵막이 있고, 미토콘드리아나 엽록체와 같은 막 구조를 가진 세포 소기관이 있다.

395 (2) 미토콘드리아는 산소 호흡을 하는 호기성 세균으로부터 유래되었으며, 엽록체는 광합성을 하는 광합성 세균으로부터 유래되었다.

396 진핵세포가 진화할 때 미토콘드리아는 호기성 세균의 공생으로, 엽록체는 광합성 세균의 공생으로 각각 분화되었다. 이러한 세포 내 공생을 지지하는 증거에는 두 세포 소기관이 2중막을 가지고 있고, 세균과 유사하게 분열하며, 세균과 유사한 원형 DNA를 가지고 있고, 독자적인 DNA와 리보솜을 가지고 있어 자기 복제를 할 수 있다는 것 등이 있다.

397 자연선택설은 생존에 유리한 형질을 가진 개체일수록 환경에 잘 적응하여 다음 세대로 자신의 형질을 보다 잘 전달하도록 선택된다는 진화설이다.
격리설은 한 종이 지리적 · 생식적으로 오래 격리됨으로써 다른 종으로 진화한다는 진화설이다.
돌연변이설은 돌연변이가 나타나 유전됨으로써 생물이 진화한다는 진화설이다.

398 표준 화석은 특정 시대에만 번성했던 생물의 화석으로 지층의 생성 시기를 알 수 있으며, 시상 화석은 지층이 생성될 당시의 환경을 알 수 있다.

399 선캄브리아대는 지각 변동이 많이 일어나 암석이 심하게 변성되었으며, 화석이 거의 남아 있지 않다.
고생대는 초기에 생물의 종류와 수가 폭발적으로 증가했으며, 삼엽충이 번성했고, 말기에는 양치식물과 양서류가 번성했다.
중생대는 전반적으로 온난하여 생물이 살기에 적합한 환경이 조성되었으며, 암모나이트와 공룡이 번성했고, 시조새가 출현했다.
신생대는 바다에 화폐석이 번성했고, 최초의 인류가 출현했다.

내신 분석 기출문제 pp.102~107

400 ④	**401** ②	**402** ③	**403** ②	**404** ①	**405** ④	**406** ④
407 ②	**408** ④	**409** ③	**410** ②	**411** ③	**412** ①	**413** ③
414 ③	**415** ⑤	**416** 자연선택설		**417** ③	**418** ⑤	**419** ④
420 ④	**421** ②	**422** 해설 참조		**423** ④	**424** ③	**425** ⑤
426 ①	**427** ③					

400 ㄴ. (나)는 원핵세포이며, 핵막이 없어 유전 물질이 세포질 내에 퍼져 있으므로 핵이 따로 존재하지 않는다.
ㄷ. (나)는 하나의 세포이면서 한 개체이다. 이와 같은 단세포 생물이 초기 생명체이다. 그 후 같은 세포들이 수없이 모여 조직과 기관을 이루면서 다세포 생물이 되었다.
[오답피하기] ㄱ. 원핵세포(나)가 진핵세포(가)보다 지구에 먼저 출현했다.

401 그림은 막 진화설을 나타낸 것이다. 막 진화설은 원핵세포의 원형질막이 세포 안으로 함입되어 들어오면서 진핵세포의 소포체와 핵막 등을 구성했다는 설이다. 이로 인해 세포 내 막성 소기관이 생성되고, 원핵생물에서 진핵생물로 진화했다.

402 ㄱ, ㄴ. 원핵세포와 진핵세포 모두 핵산인 DNA에 자신의 유전 정보를 가지고 있으며, 이것을 RNA에 전사하여 리보솜에서 단백질을 합성할 수 있는 능력이 있다. 이 과정이 없으면 스스로 증식할 수 없으므로 이 과정은 모든 생물체에서 볼 수 있다.
[오답피하기] ㄷ. 원핵세포는 막으로 둘러싸인 세포 소기관이 없다.

403 ② 원핵세포와 진핵세포 모두 스스로 증식할 수 있는데 이것은 핵산과 리보솜이 있어야 가능하다.
[오답피하기] ① 원핵세포는 핵막이 없어 유전 물질(DNA)이 세포질에 흩어져 있고, 진핵세포는 핵막이 있어 유전 물질이 핵 속에 들어 있다.
③ 원핵세포는 세포막과 세포벽(펩티도글리칸)으로 둘러싸여 있으며, 진핵세포는 세포막으로 둘러싸여 있고, 식물세포는 세포벽(셀룰로스)이 있다.
④ 원핵세포는 핵이 없으므로 DNA가 세포질에 퍼져 있으나, 진핵세포는 핵 속에 DNA가 들어 있다.
⑤ 원핵세포는 크기가 $1 \sim 10 \mu m$로 작고, 진핵세포는 $10 \sim 100 \mu m$로 크다.

404 막 진화설은 원핵세포의 원형질막이 안쪽으로 함입된 다음 중첩되어 세포 소기관이 생겼을 것이라는 가설이다. 그러므로 이 가설에 의해 만들어질 수 있는 것은 막 구조로 된 소기관이며, 외부에서 들어와 공생한 것이 아닌 세포 소기관일 것이다. 리보솜은 막 구조가 아니므로 막 진화설로 설명되지 않고, 엽록체와 미토콘드리아는 자체 DNA를 가지고 스스로 증식할 수 있는 특징을 가지며 외부에서 들어와 공생한 소기관이므로 막 진화

설로 설명되지 않는다.

405 ㄴ. 광합성 세균은 숙주 세포에 포도당을 제공하면서 숙주 세포와 공생하게 되었으며 나중에 엽록체로 분화되었다.
ㄷ. 호기성 세균은 숙주 세포에 에너지(ATP)를 제공하면서 숙주 세포와 공생하게 되었으며 나중에 미토콘드리아로 분화되었다.
[오답피하기] ㄱ. 막 진화설에서 핵막과 소포체의 경우 세포막이 안쪽으로 함입되어지면서 핵막과 소포체를 형성하게 된 것이다.

406 ㄴ. (가) 세포는 세포 소기관으로 엽록체와 미토콘드리아를 모두 가지고 있으므로 광합성을 하는 독립 영양 생물의 기원이 된다.
ㄷ. 막 진화설은 원핵세포의 세포막이 안쪽으로 함입되면서 핵막, 소포체 등이 형성되었다는 가설이다.
[오답피하기] ㄱ. A는 호기성 세균이 세포로 들어와 분화되어 미토콘드리아가 된 것이며, B는 광합성 세균이 세포로 들어와 분화되어 엽록체가 된 것이다. 이와 같이 A와 B는 각각 독립된 다른 세균이었으므로 존재하는 DNA도 서로 다르다.

407 ② 군체는 단세포 생물들이 모여 생긴 것이므로 세포의 기능은 단순하며, 이 군체를 이룬 세포들이 점차 특화되어 가면서 특정한 기능을 담당하는 형태로 발전하게 된다. 처음부터 특화된 단세포들이 모여 다세포 생물을 이루고 이들이 여러 기능을 담당했던 것은 아니다.
[오답피하기] ① 다세포 생물의 기원은 독립된 단세포 생물이었으며, 이들이 모여 군체를 이루면서 다세포 생물이 되었다.
③ 후기의 다세포 생물체는 기관이 더욱 분화되므로 생식 세포를 형성하는 세포도 생성되어 생식에 관여하게 된다. 이때 감수 분열을 볼 수 있다.
④ 군체는 한 종류의 세포로 이루어져 있지만 후기의 다세포 생물체로 갈수록 세포가 특수한 기능을 담당하도록 분화되면서 세포의 종류가 많아진다.
⑤ 초기의 세포보다 후기의 다세포 생물체로 갈수록 생명을 유지하기 위해 더 많은 에너지가 필요하다.

408 동물은 건조한 육상에 적응하여 공기를 직접 흡입하고 기체 교환을 하는 폐호흡을 하게 되었으며, 암컷의 체내에서 수정하여 껍질이 있는 알을 낳는다. 또 중력에 대응하여 다리와 뼈대가 발달하고 몸을 지탱한다. 체외 수정은 물속에 사는 동물들의 특징이라고 할 수 있다.

409 ㄷ. (다)는 군체이다. 군체는 단세포 생물이 세포 분열하여 수를 늘린 후 서로 떨어지지 않고 붙어 있는 상태이다.
[오답피하기] ㄱ. (가)는 초기 다세포 생물이다. 이 생물의 경우 군체 내의 일부 세포에서 분화가 일어나 편모를 가진 세포는 운동성을 가지게 되고, 편모를 잃은 세포는 소화 작용이나 양분을 합성할 수 있는 기능을 갖게 되므로 세포의 기능은 서로 다르다.
ㄴ. (나)는 후기 다세포 생물이다. 초기 다세포 생물보다 더 분화가 일어난 상태이며, 생식 세포인 배우자를 만들거나 체세포를 형성한 상태이므로, 세포 하나가 독립적인 생명 활동을 할 수는 없다.

410 새끼 양 중 다리가 짧은 종이 태어난 것은 돌연변이에 의한 것이며, 목장 주인이 인위적으로 선택하여 교배시키는 것은 인위 선택이다. 이로 인해 특정 유전자를 가진 양이 대량으로 증식하게 된 것이다.

411 ㄱ. 갑자기 나타난 왕달맞이꽃의 형질이 다음 세대에 전달되었으므로 유전자가 변화된 돌연변이임을 알 수 있고, 이를 설명할 수 있는 진화설은 돌연변이설이다.
ㄴ. 핀치 새의 먹이에 따른 부리 모양의 변화는 지리적으로 오랜 시간 격리된 결과 원래의 종과 다른 신종으로 분화된 것이므로 격리설에 해당한다.
[오답피하기] ㄷ. 나무에 지의류가 살면 나무줄기의 색이 밝아서 흰색 나방이 천적의 눈에 잘 띄지 않고, 검은색 나방이 눈에 잘 띄므로 흰색 나방의 수가 많아진다. 공업화가 되어 지의류가 살지 못하게 되면서 나무줄기의 색이 어두워져서 검은색 나방이 천적의 눈에 잘 띄지 않게 되므로 검은색 나방이 많아진다. 이것은 환경에 잘 적응하는 개체가 살아남는 자연선택설에 해당하는 것이지 유전자의 변화로 생긴 현상은 아니다.

412 다윈의 자연선택설은 '과잉 생산 → 개체 변이 → 생존 경쟁 → 적자생존 → 자연선택 → 종의 다양화' 순이다.

413 (가)는 갑자기 새로운 형질의 돌연변이가 나타나 환경에 잘 적응하여 세대를 거듭하면서 새로운 종으로 진화한다는 돌연변이설이다. (나)는 같은 어버이의 자손들 사이에 개체 변이가 생기고 생존 경쟁으로 유리한 형질을 가진 개체가 살아남아 유전된다는 자연선택설이다.

414 라마르크의 용불용설을 나타낸 것이다. 계속 사용하는 기관은 발달하고 사용하지 않는 기관은 퇴화된다는 가설이며, 라마르크는 획득 형질이 유전된다고 주장하여 오류를 범했지만 가장 먼저 생물의 진화를 이론적으로 체계화하였다.

415 현대의 진화설은 돌연변이설, 자연선택설, 격리설을 종합하여 설명한다. 진화 과정을 보면 먼저 지리적으로 격리가 되었을 때 돌연변이가 일어나 특정한 형질을 갖는 개체가 자연선택되어 살아남고, 이러한 과정이 오랜 세월 반복되어 생식적 격리가 될 경우 새로운 종으로 분화된다.

416 현대의 진화설(종합설)은 진화의 요인이 한 가지가 아니라 여러 가지 다양한 요인에 의해 일어난다고 보며, 그 중 자연선택설이 가장 핵심적인 이론이다.

417 ㄱ. 세균역과 고세균역은 원핵세포를 갖는다. 그 외 진핵생물역의 생물들은 진핵세포를 갖는다.
ㄷ. 계통수는 같은 가지에서 위로 올라가면서 나눠지게 되는데 갈라지기 전의 같은 가지에 위치한 생물은 같은 특징을 가지므로 공통 조상을 가진다.
[오답피하기] ㄴ. 계통수를 보면 식물이 곰팡이와 동물보다 먼저 갈라졌고, 최종적으로 곰팡이와 동물이 갈라졌으므로 곰팡이와 동물이 가장 진화적으로 유연 관계가 가깝다고 볼 수 있다.

418 ㄱ. 바이러스에 내성이 있는 토끼는 유전적인 변화를 일으켜 일부 개체가 살아남은 돌연변이이다.
ㄴ. (가)와 (나)는 생명 현상의 특성 중 적응과 진화에 해당한다. 이것은 종족을 보존하기 위한 특성 중 하나이다. 적응이란 생물이 환경 변화에 대해 근본적으로 자신의 형태나 생활 습성 등을 변화시킴으로써 살아갈 수 있게 되는 현상이다. 진화란 생물의 적응이 오랜 세월에 걸쳐 지속적으로 일어나고 있는 현상이며, 이로 인해 종이 분화하고, 종의 다양성을 갖게 된다.
ㄷ. 집단 내에서 특정한 유전자를 가진 개체가 점차 증가하면서 유전자풀이 변하게 되는 과정이다. 이와 같이 유전자풀이 변하면 진화가 일어난다.

419 ㄴ, ㄷ. 공업화가 되기 전에는 이산화황이 적어 나무에 지의류가 많아서 나무줄기의 색이 밝았으므로 흰색 나방이 많았으며, 공업화가 된 이후에는 대기 오염으로 인해 이산화황이 많아져 지의류가 나무에 살지 못하였으므로 나무줄기의 색이 검게 변해 검은색 나방이 포식자의 눈에 잘 띄지 않아 많은 개체가 살아남게 되었다. 이와 같이 환경이 변함에 따라 환경에 적응한 개체는 살아남고, 적응하지 못한 개체는 도태된다는 자연선택설로 설명할 수 있다. 환경에 적응하여 살아남는 개체로 인해 유전자풀이 변하고, 이로 인해 진화가 일어난다.
[오답피하기] ㄱ. 흰색 나방이 검은색 나방이 되거나 검은색 나방이 흰색 나방으로 되는 것은 유전적인 변이에 의한 돌연변이지만, 환경에 의해 흰색 나방이나 검은색 나방이 포식자에게 많이 잡아먹히는 것은 자연선택설의 대표적인 예이다.

420 ㄴ. 갈라파고스 군도의 핀치 새는 대륙에서부터 유래한 같은 종이 격리에 의해 서로 이동하지 못해 여러 종으로 분화된 격리설의 예이다. 종 분화의 원인은 각 섬에서 먹는 먹이가 달라서 그에 따라 부리의 모양이 다르게 진화했기 때문이다.
ㄷ. 같은 종이라도 오랫동안 격리되면 다른 종으로 진화할 수 있다.
[오답피하기] ㄱ. 용불용설에 대한 설명이다. 제시된 예는 부리의 모양이 발달하고 퇴화되는 것이 아니라 먹이에 따라 변하는 것을 보여 준다.

421 ㄴ. 표준 화석이란 지질 시대의 특정한 시기에만 살았던 생물 화석을 말하며, 지층의 생성 시기를 알려 준다. 표준 화석은 지질 시대 구분에 이용되므로 생존 기간이 짧고, 분포 면적이 넓어야 한다.
[오답피하기] ㄱ. 화석이 생성되기 위해서는 개체수가 많아야 하므로 개체수가 적은 것은 표준 화석의 조건이 아니다.
ㄷ. 표준 화석은 지층이 생성된 시대를 알려 주는 화석으로, 생존 기간이 짧아야 한다.

422 모범답안 (가)인 화폐석은 신생대, (나)인 암모나이트는 중생대, (다)인 삼엽충은 고생대 화석이다. 표준 화석이 되는 조건은 넓은 지역에 걸쳐 짧은 시간 동안 분포해야 한다.

채점 기준	배점
각 화석의 종류 및 발견되는 지질 시대와 표준 화석이 되는 조건을 옳게 서술한 경우	10점
각 화석의 종류 및 발견되는 지질 시대 또는 표준 화석이 되는 조건 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	5점

423 ㄱ. 고생대 초기에 생물의 종류와 수가 폭발적으로 증가하였다. 그러나 선캄브리아대에는 강한 자외선으로 인해 식물이 육지에서 살기 어려웠고, 지각 변동이 많이 일어나 화석이 거의 남아 있지 않다.
ㄷ. 신생대에 동물은 화폐석과 포유류인 매머드 등이 번성하였고, 식물은 속씨식물이 번성하였다.
[오답피하기] ㄴ. 중생대는 전반적으로 온난하여 생물이 살기 적합한 환경을 이루고 있어 육지에는 파충류, 겉씨식물이 번성했다. 양치식물이 번성한 시기는 고생대이며, 화폐석이 번성한 시기는 신생대이다.

424 ㄱ. 고생대에 대륙 이동과 더불어 지구의 기후와 생물의 서식지가 크게 변하면서 후기에 대멸종이 일어났다. 이것은 고생대 후기에 기온이 급격하게 하락한 것을 통해 알 수 있다.
ㄴ. 중생대는 전 기간에 걸쳐 기후가 온난하였으므로 거대한 동식물들이 바다와 육지에서 크게 번성하였다. 바다에서는 암모나이트가 번성하였고, 육상에서는 공룡과 같은 파충류, 소나무나 은행나무와 같은 겉씨식물이 번성하였다.
[오답피하기] ㄷ. 신생대 제4기에는 평균 기온이 중생대에 비해 낮으므로 빙하의 면적이 넓어져 중생대에 비해 해수면이 더 낮았다.

425 ㄱ. 특정 시대의 지층에만 존재하는 표준 화석을 통해 지층의 생성 시대를 알 수 있다. 또한 고사리나 산호와 같은 시상 화석은 지층의 생성 환경을 알려 주기도 한다.
ㄴ. 부정합면은 B층의 아래와 E층의 아래에서 볼 수 있으며, 부정합면을 경계로 발견되는 화석 종의 차이가 큰 것을 통해 이들 지층 사이에는 시간 간격이 큰 것을 알 수 있다.
ㄷ. 부정합면을 경계로 많은 생물 종의 변화를 볼 수 있으므로

지층은 A층, B~D층, E층의 세 부분으로 나눌 수 있다.

통합형 문제 파헤치기

- 부정합 : 새로운 지층이 먼저 생성된 지층 위에 큰 변화를 동반하여 쌓인 것으로, 두 지층의 형성 시기 사이에 커다란 시간 간격이 있을 때 나타난다.
- 부정합의 법칙 : 부정합면을 경계로 하여 위아래 두 지층의 나이와 지질 구조, 산출되는 화석이 크게 달라진다. 따라서 부정합을 기준으로 지질 시대를 구분할 수 있다.

426 A는 고생대, B는 중생대, C는 신생대이다. 고생대에는 삼엽충, 완족류, 필석, 갑주어 등이 번성했고, 중생대에는 공룡이 번성했으며, 시조새가 발견되었고, 바다에는 암모나이트가 번성했다. 신생대에는 바다에 화폐석이 번성했다가 멸종했고, 경골어류가 번성했으며, 육지에는 매머드가 번성했다가 멸종했다.

427 ㄱ. A는 분포 면적은 좁고 생존 기간이 길므로 시상 화석의 필요 조건을 채우고 있다. 이와 같은 시상 화석은 퇴적 당시의 환경 파악에 이용된다.
ㄴ. B는 분포 면적은 넓고 생존 기간은 짧으므로 표준 화석의 필요 조건을 채우고 있다. 이와 같은 표준 화석은 지질 시대를 구분하는 데 이용된다.
[오답피하기] ㄷ. 삼엽충은 고생대의 표준 화석이며, 산호는 따뜻하고 얕은 바다에서만 살기 때문에 지층 생성 당시의 생성 환경을 알 수 있는 시상 화석이다.

내신 완성 1등급문제 pp.108~109

428 ⑤	429 ③	430 ③	431 ③	432 ①	433 ④
434 해설 참조	435 해설 참조	436 해설 참조			

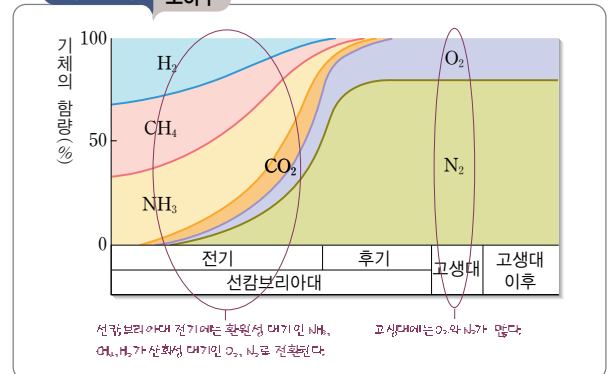
428 ㄱ. 미토콘드리아(A)와 엽록체(B)가 가지고 있는 DNA는 식물세포의 핵 속에 있는 DNA와 달리 원핵생물의 DNA와 유사한 원형(고리형)이다.
ㄴ. 미토콘드리아(A)와 엽록체(B)는 숙주 세포로 들어오기 전에 독립된 개체였으므로 스스로 증식하기 위해 리보솜과 DNA를 가지고 있었다. 식물세포에 들어온 이후에도 독자적으로 증식하므로 리보솜이 있다.
ㄷ. 미토콘드리아(A)와 엽록체(B)는 2중막 구조를 가지며, 외막의 성분과 세포막의 성분이 같은 것은 세포 내 공생설의 증거가 된다.

429 시간이 경과함에 따라 바이러스의 독성도와 토끼의 치사율이 감소한 것은 돌연변이에 의해 독성이 적은 바이러스가 생겨나 증식한 것이므로 돌연변이설을 지지한다. 또한, 바이러스의 독성에 대한 내성이 강해진 토끼가 태어난 후 바이러스가 퍼져 있는 환경에서 살아남아 자연선택되는 비율이 증가한 것은 자연선택설을 지지한다.

오개념 피하는 노하우

- 돌연변이설 : 더프리스는 달맞이꽃에 새로운 종이 나타난 후 이 돌연변이체가 유전되는 것을 발견하고, 돌연변이에 의한 진화설을 주장하였다.
- 자연선택설 : 생존 경쟁에서 유리한 형질을 가진 종이 살아남고, 그들의 생존에 유리한 변이 형질이 자손에게 전달됨으로써 신종이 형성된다.

430 ㄱ. 고생대에는 N_2와 O_2가 많다. 이것은 광합성 세균의 산소 생성에 의해 나타난 산화성 대기의 성분이다.
ㄷ. 환원성 대기인 NH_3, CH_4, H_2 등에서 산화성 대기인 O_2, N_2로 전환되는 시기는 주로 선캄브리아대 전기이다.
[오답피하기] ㄴ. 선캄브리아대 전기에서 후기로 갈 때 환원성 기체들의 분포 면적인 기체의 함량비가 줄어드는 것을 볼 수 있다.

자료분석 노하우

431 ㄷ. 관입 당한 지층은 관입한 암석보다 오래된 것이므로 퇴적 순서는 C → D → E이다.
[오답피하기] ㄱ. B에서 화폐석이 발견되었는데, 화폐석은 신생대 바다에서 번성한 후 멸종한 생물 화석이다. 그러므로 중생대 화석인 공룡은 A에서 발견되지 않는다.
ㄴ. D에서 삼엽충 화석이 발견되었는데, 삼엽충은 고생대 표준 화석이므로 이보다 전에 형성된 C에서 중생대 화석인 암모나이트를 발견할 수 없다.

432 ㄱ. 그림은 화폐석이며, 화폐석이 발견되는 지층은 신생대이다. 신생대 말에 최초의 인류가 출현하였다.
[오답피하기] ㄴ. 갑주어가 번성한 시대는 고생대이다.
ㄷ. 중생대에는 겉씨식물이 번성했고, 중생대 말기에 속씨식물이 출현하였다.

433 ㄴ. B 시기는 중생대이다. 중생대의 육지에는 겉씨식물이 삼림을 형성했다.
ㄷ. C 시기는 신생대이다. 신생대 말에 인류의 조상이 출현했다.
[오답피하기] ㄱ. A 시기는 고생대이다. 공룡은 중생대에 번성했다.

434 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

원핵세포에서 진핵세포로 진화하는 과정에 대한 가설과 근거를 알고 있어야 한다.

Step 2 자료 파악

핵이 없는 원핵세포가 지구 상에 먼저 생겨난 후 점차 복잡하고 정교한 형태로 진화하는 과정에서 진핵세포로 진화되었다. 이 과정에서 호기성 세균은 미토콘드리아로, 광합성 세균은 엽록체로 변했다.

Step 3 관련 개념 모으기

❶ **숙주 세포로 들어간 호기성 세균이 미토콘드리아로 변하면서 숙주 세포에게 어떤 도움을 주었는가?**
→ 미토콘드리아는 세포 내 호흡을 통해 숙주 세포에 에너지(ATP)를 공급해 주었다.

❷ **숙주 세포로 들어간 광합성 세균이 엽록체로 변하면서 숙주 세포에게 어떤 도움을 주었는가?**
→ 엽록체는 세포 내에서 광합성을 통해 무기물을 유기물(포도당)로 합성하여 에너지원을 공급해 주었다.

답안작성 키워드 DNA, 리보솜, 2중막

모범답안 엽록체와 미토콘드리아는 자체 DNA가 있어 자신의 리보솜에서 단백질을 합성하는데, 이들의 DNA와 리보솜은 원핵생물인 세균의 DNA나 리보솜과 특징이 비슷하다. 또한, 다른 세포 소기관과 달리 2중막 구조를 갖는데 이것은 숙주 세포의 세포막을 감싸고 세포 내로 들어간 결과라고 추정된다.

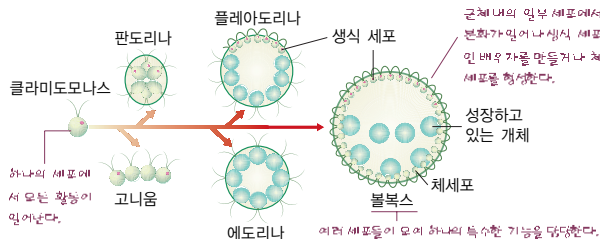
유사답안 엽록체와 미토콘드리아는 숙주 세포와 다른 자체 DNA가 있으며, 숙주 세포에 있는 다른 세포 소기관과 달리 2중막 구조로 이루어져 있다.

채점 기준	배점
엽록체와 미토콘드리아가 광합성 세균과 호기성 세균에서 유래된 이유를 숙주 세포와의 차이와 막 구조를 포함하여 옳게 서술한 경우	10점
엽록체와 미토콘드리아가 광합성 세균과 호기성 세균에서 유래된 이유를 숙주 세포와의 차이만 포함하여 서술한 경우	5점
엽록체와 미토콘드리아가 광합성 세균과 호기성 세균에서 유래된 이유를 막 구조만 포함하여 서술한 경우	5점

435 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

초기의 단세포 진핵생물이 모여 군체가 되어가는 과정의 특징과 군체가 단세포 진핵생물에 비해 유리한 점을 알고 있어야 한다.

Step 2 자료 파악

Step 3 관련 개념 모으기

❶ **볼복스가 단세포 생물에서 다세포 생물로 진화하는 중간 과정이라고 하는 이유는?**
→ 같은 종류의 단세포 생물이 여러 개 모여서 집단을 이루어 생활하기 때문이다.

❷ **군체가 다양한 다세포 생물로 진화할 수 있는 이유는?**
→ 군체 내의 일부 세포에서 분화가 일어나면서 생식 세포를 만들게 되었기 때문이며, 이로 인해 생물 다양성이 증가하게 된다.

답안작성 키워드 군체, 다세포 생물, 단세포 생물

모범답안 군체이다. 단세포 생물보다 다세포 생물은 각 세포들이 여러 기능을 하는 세포들로 분화되므로 복잡한 생명 현상에 정교하게 대처할 수 있게 된다.

유사답안 원시적인 진핵세포와 다세포의 중간 단계는 군체이며, 군체는 같은 종류의 단세포 생물들이 모여서 집단을 이룬 것이다. 그러나 다세포 생물은 단순히 단세포 생물이 모여 군집을 이룬 것이 아니며, 각 세포들이 생명 유지에 필요한 기능을 나누어 담당하고 있으므로 군체에 비해 보다 정교한 생명 현상에 대처할 수 있다.

채점 기준	배점
군체를 쓰고, 다세포 생물의 유리한 점을 옳게 서술한 경우	7점
다세포 생물의 유리한 점만 옳게 서술한 경우	5점
군체라고만 쓴 경우	2점

436 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

표준 화석과 시상 화석을 구분하고 이들이 만들어지는 조건을 알고 있어야 한다.

Step 2 자료 파악

삼엽충은 고생대 초기에 번성한 대표적인 표준 화석이고, 산호는 따뜻하고 수심이 얕은 바다에 서식하는 대표적인 시상 화석이다.

Step 3 관련 개념 모으기

❶ **지층의 생성 시기를 알 수 있게 해 주는 화석을 무엇이라고 하는가?**
→ 표준 화석

❷ **지층이 생성될 당시의 환경을 알 수 있게 해 주는 화석을 무엇이라고 하는가?**
→ 시상 화석

답안작성 키워드 표준 화석, 시상 화석, 생존 기간, 진화 속도, 서식 범위

모범답안 삼엽충은 표준 화석이며, 산호는 시상 화석이다. 표준 화석이 될 수 있는 조건은 특정 시대에만 번성하며, 생존 기간이 짧고, 진화 속도가 빠르며, 넓은 지역에 서식했던 생물이어야 한다. 시상 화석이 될 수 있는 조건은 특정 환경에만 서식하며, 생존 기간이 길고, 환경 변화에 민감하며, 좁은 지역에 서식했던 생물이어야 한다.

채점 기준	배점
각 화석을 용도에 따라 구분하고, 구분되는 조건을 모두 옳게 서술한 경우	10점
각 화석의 구분되는 조건만 옳게 서술한 경우	6점
각 화석의 용도에 따른 종류만 옳게 서술한 경우	4점

10 | 생명의 연속성

핵심 문제로 **개념 마무리** p.111

437 (1) ㉢ (2) ㉠ (3) ㉡ **438** 뉴클레오타이드 **439** (1) 1개 (2) 전사 (3) DNA **440** ㉠ 복제, ㉡ 전사, ㉢ 번역 **441** (1) × (2) ○ (3) × **442** 교차 **443** (1) ㄷ (2) ㄹ (3) ㅁ (4) ㄴ

437 상동 염색체는 체세포에 쌍으로 존재하는 모양과 크기가 같은 염색체이고, 염색 분체는 하나의 염색체가 세포 분열 간기에 복제되어 만들어진 것으로 유전자 구성이 같다. 성염색체는 성 결정에 관여하는 염색체이므로 암수에 따라 모양과 구성이 다른 염색체이다.

438 DNA는 핵산의 일종으로, 뉴클레오타이드가 구성 단위이며 유전 정보를 가진다. 뉴클레오타이드는 인산 : 당 : 염기가 1 : 1 : 1로 결합된 상태이며, 염기에는 아데닌(A), 티민(T), 구아닌(G), 사이토신(C)이 있다.

439 (1) 코돈은 연속된 3개의 염기로 구성된 것으로, 트리플렛 코드가 전사된 mRNA의 유전 암호이다. 코돈 1개는 하나의 아미노산을 암호화한다.
(2) 전사는 DNA의 유전 정보가 mRNA로 전달되는 과정이다.
(3) 복제는 분열 전 간기에서 유전 물질이 복제되어 DNA의 양이 2배로 증가한다.

440 ㉠은 기존의 DNA로부터 동일한 DNA가 합성되는 복제, ㉡은 DNA의 유전 정보를 mRNA로 전달하는 전사, ㉢은 mRNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성되는 번역이다.

441 감수 1분열은 상동 염색체의 분열이므로 감수 1분열을 마친 후 염색체 수는 $2n \rightarrow n$으로 된다. 감수 2분열 시 DNA량이 반으로 줄어들지만 염색체 수는 변하지 않으므로 감수 1분열을 마친 세포의 염색체 수와 생식 세포의 염색체 수는 같다. 2가 염색체는 감수 1분열 전기에 상동 염색체 2개가 접합하여 일어난다.

442 감수 1분열 전기에 상동 염색체가 접합할 때 상동 염색체 사이에서 일부 유전자가 교환되는 현상을 교차라고 한다. 연관된 유전자 조합과는 다른 새로운 유전자 조합을 가지는 염색체가 형성된다.

443 (1) 항생제의 남용으로 슈퍼 박테리아가 생긴 것이므로 돌연변이에 해당한다. 돌연변이는 DNA의 구조 변화에 의해 새로운 대립 유전자가 생성되어 생물의 형질이 변하는 현상이다.
(2) 환경에 적응한 것이 생존하여 자손을 남겨 유전자풀이 변하는 것이므로 자연선택이다.
(3) 산사태라는 우연히 발생한 사건에 의해 유전자 빈도가 변하는 현상이므로 유전적 부동이다.
(4) 오랫동안 지리적 격리가 일어나 서로 교배할 수 없는 상태가 지속되면 유전적 변이가 축적되어 각 집단은 다른 종으로 분화된다.

내신 분석 기출문제 pp.112~117

444 ③ **445** ③ **446** ① **457** ③ **448** ④ **449** ③ **450** 해설 참조 **451** ③ **452** ② **453** ② **454** ⑤ **455** ④ **456** ⑤ **457** 해설 참조 **458** ② **459** ② **460** ③ **461** ① **462** ④ **463** ④ **464** ④ **465** ④ **466** ③ **467** ⑤ **468** ④ **469** 해설 참조 **470** ⑤

444 ㄱ. a는 2중 나선 구조이며, 유전자를 가지고 있는 DNA이며, b는 히스톤 단백질이다.
ㄷ. ㉠과 ㉡은 세포 분열 간기에 DNA가 복제된 후 만들어진 염색 분체이므로 유전자 구성이 동일하다.
[오답피하기] ㄴ. A는 염색체이며, 간기에는 염색사의 형태로 풀어져 존재하고, 세포 분열기에만 관찰된다.

445 ③ 한 개의 DNA에는 여러 개의 유전자가 함께 있다.
[오답피하기] ① 염색체는 간기에 염색사의 형태로 존재하며, 분열기에 염색사가 꼬이고 응축되어 염색체로 된다.
② DNA가 2배로 증가하는 시기는 분열기 이전의 간기(S기)이다.
④ 유전자는 DNA상의 염기 서열로, 특정한 유전 형질을 결정하는 단백질을 합성할 수 있는 유전 정보를 가진다.
⑤ 염색체는 세포 분열이 일어날 때 핵 속의 염색사가 응축되어 생성되는 막대 모양의 물질로, 염색체를 통해 유전 물질이 전달된다.

446 ① 이 사람의 모든 체세포는 하나의 수정란에서 체세포 분열을 통해 생성된 것이므로 핵형은 $2n=46$으로 모두 같다.
[오답피하기] ② 사람은 22쌍의 상염색체를 갖고 있으며, 각 염색체에는 수많은 유전자가 있으므로 22쌍의 상염색체에는 각각 수많은 대립 유전자가 존재한다.
③ 생식 세포 분열이 일어날 경우 염색체 수가 반으로 줄어들며 핵형도 n으로 줄어들게 된다.
④ 크기와 모양이 같은 상동 염색체의 경우 부모로부터 각각 하나씩 물려받지만 염색 분체인 a와 b는 세포 분열 간기에 DNA가 복제된 후 만들어지므로 부모 중 한쪽에서 물려받은 것이다.
⑤ 생식 세포 형성 시 연관된 유전자는 함께 이동한다.

447 ㄱ. 그림은 모두 염색체를 나타낸 것이므로 총 갯수를 세어 보면 (가), (나), (다)의 염색체 수는 각각 6개로 동일하다.

ㄴ. (나)는 상동 염색체가 존재하지 않으므로 생식 세포의 염색체임을 알 수 있다.

[오답피하기] ㄷ. (가)는 $2n=6$, (나)는 $n=6$, (다)는 $3n=6$이다. (다)와 같은 염색체 구성은 일반적인 체세포에서 볼 수 없으며, 염색체 돌연변이가 일어난 개체에서 볼 수 있다.

자료분석 노하우

448 ㄴ. 감수 1분열 시 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체가 된 후 분리된다. A와 B는 감수 1분열 전기에 2가 염색체를 형성한 후 분리되어 각각 다른 세포로 들어간다.

ㄷ. 암수에서의 쌍이 다른 C와 D는 성염색체이며, 초파리의 성결정형이 XY형이므로 암수 공통으로 갖는 성염색체인 C가 X 염색체이고, D는 수컷에만 있는 Y염색체이다.

[오답피하기] ㄱ. A와 B는 상동 염색체이다. 하나는 부계로부터, 하나는 모계로부터 물려받으므로 연관군은 같지만 대립 유전자의 구성이 같은 것은 아니다. 한쪽이 우성, 다른 쪽이 열성이 될 수 있으므로 대립 유전자 쌍이 순종이거나 잡종이 될 수 있다.

449 ㄱ. A와 B는 염색 분체이다. 염색 분체는 세포 분열 간기에 복제되어 만들어진 것이므로 서로 유전자 구성이 같다.

ㄴ. (가)와 (나)는 상동 염색체이다. 상동 염색체는 크기와 모양이 같은 한 쌍의 염색체이며, 부모로부터 각각 하나씩 물려받는다.

[오답피하기] ㄷ. 정자는 2회 연속 분열로 만들어지는 생식 세포로, A, B, C, D는 각각의 생식 세포를 구성한다.

450 세포의 유전 정보인 핵 속의 DNA로부터 mRNA가 전사되고, 전사된 mRNA는 세포질로 나와 리보솜과 결합하여 mRNA-리보솜 복합체인 폴리솜을 형성하여 tRNA가 운반한 아미노산으로 폴리펩타이드를 합성한다.

모범답안 (다) → (나) → (라) → (가), DNA의 유전 정보는 스스로 복제되거나 DNA → RNA → 단백질의 순서로 발현된다.

채점 기준	배점
단백질 합성 과정을 순서대로 나열하고, 유전 정보의 중심설을 옳게 서술한 경우	5점
유전 정보의 중심설만 옳게 서술한 경우	3점
단백질 합성 과정만 순서대로 옳게 나열한 경우	2점

451 ㄱ. 유전자는 DNA상의 염기 서열로 특정 단백질을 합성할 수 있는 유전 정보이다. 하나의 DNA에는 많은 유전자가 존재하므로 유전자 수는 염색체 수보다 많다. 코돈은 mRNA의 염기 3개를 말하는데 하나의 유전자는 여러 개의 코돈을 합성하므로 유전자 수가 코돈 수보다 적다.

ㄴ. 핵에서 전사된 mRNA가 세포질로 빠져나오면 리보솜이 mRNA에 결합하면서 번역이 시작된다.

[오답피하기] ㄷ. 3개의 염기가 하나의 코돈을 구성하므로 하나의 코돈이 하나의 아미노산을 지정하는 유전 정보를 가지고 있다.

452 ㄴ. ㉠은 mRNA이며, DNA의 유전 정보에 따라 핵 안에서 생성된 것이다.

[오답피하기] ㄱ. (가)는 전사, (나)는 번역 과정이다. 전사는 유전 정보가 DNA에서 mRNA로 전달되는 과정이다. 번역은 mRNA의 코돈에 따라 아미노산이 결합되어 단백질을 합성하는 과정이다.

ㄷ. 코돈은 mRNA의 염기 3개 조합을 말한다. A와 B는 아미노산이 펩타이드 결합으로 결합된 것이다.

453 ㄴ. 개시 코돈은 메싸이오닌을 지정하는 암호이면서 개시 코돈도 된다. 종결 코돈인 UAA, UAG, UGA는 어떤 아미노산도 지정하지 않고 단백질 합성 과정을 마치게 하는 역할을 한다.

[오답피하기] ㄱ. 하나의 아미노산을 지정하는 코돈은 여러 개이다. 64개의 코돈 중에서 61개가 20개의 아미노산에 대한 유전 암호로 사용되므로 하나의 아미노산에 대한 코돈은 여러 개가 있을 수 있다.

ㄷ. 코돈 UCA와 AGC는 둘 다 아미노산 중 세린을 지정하는 코돈이다. 그러나 이 코돈과 DNA 염기 배열인 트리플렛 코드는 서로 상보적인 관계에 있으므로 이들의 DNA 염기 배열은 다르다. UCA의 경우 AGT이고, AGC의 경우 TCG가 된다.

오개념 피하는 노하우

■ **트리플렛 코드**
DNA에서 하나의 아미노산을 결정하는 3개의 염기를 말하는 것으로, 4종류의 염기를 3개씩 중복해서 조합하기 때문에 $4^3=64$개의 트리플렛 코드가 가능하다.

454 ㄱ. 핵산의 구성 단위인 뉴클레오타이드는 인산(㉠)과 당(㉡), 염기인 사이토신(C), 아데닌(A), 구아닌(G), 티민(T) 중 한 개가 결합된 것을 말한다. DNA의 당은 디옥시리보스이다.

ㄴ. DNA의 염기 서열에 따른 유전 정보에 의해 아미노산이 결합되며, 아미노산의 결합에 따라 단백질의 종류도 달라진다.

ㄷ. 염기는 서로 상보적으로 결합되어 있다. 아데닌(A)은 티민(T)과만 결합하고, 구아닌(G)은 사이토신(C)과만 결합한다. 그러므로 T이 20%라면 A도 20%이고, 나머지 60%는 G과 C이 같은 비율을 차지하므로 G과 C은 각각 30%가 된다.

455 ㄱ. (가)는 핵에서 일어나는 전사 과정으로, DNA의 유전 정보를 mRNA로 전사시킨다.
ㄴ. (나)는 역전사 효소를 이용하여 mRNA로부터 DNA가 역전사되는 과정을 나타낸 것이다.
ㄹ. (라)는 생물의 DNA 유전 정보에 의해 생성된 단백질이 형질 발현되는 과정이다. 모든 생물은 생명체의 생리적 기능을 담당하는 단백질이 형질 발현을 하지 못하면 살 수 없으므로 (라) 과정은 모든 생물에서 일어난다.
[오답피하기] ㄷ. (다)는 주로 세포질에 있는 리보솜에서 일어난다.

456 ㄱ. 2가 염색체가 형성되고 상동 염색체가 분리되는 과정이므로 감수 1분열 과정이다.
ㄴ. 2가 염색체를 형성하고 있던 그림에서 감수 1분열을 끝나는 그림까지 나타낸 것이다. 감수 1분열이 끝나면 염색체 수와 DNA량이 반으로 줄어든다.
ㄷ. 감수 1분열 전기에 상동 염색체의 교차가 일어났으므로 생성된 생식 세포의 유전자는 모두 다르다.

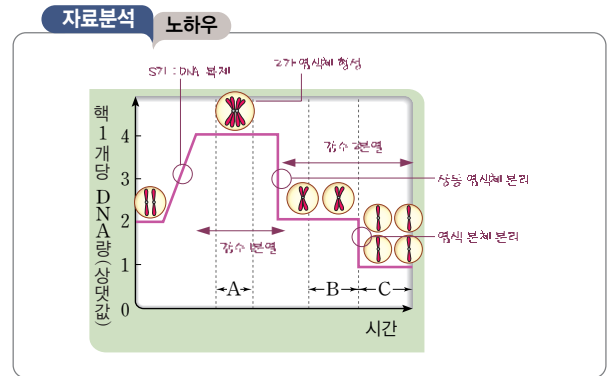
457 교차는 생식 세포 형성 시 상동 염색체를 이루는 염색 분체 사이에서 유전자 일부가 교환되는 현상으로, 이로 인해 다양한 유전자 조합을 갖게 되므로 유전적 다양성이 증가된다.

모범답안 교차라고 한다. 교차의 결과 다양한 유전자 조합을 가지는 생식 세포가 생성되므로 유전적 다양성이 증가한다.

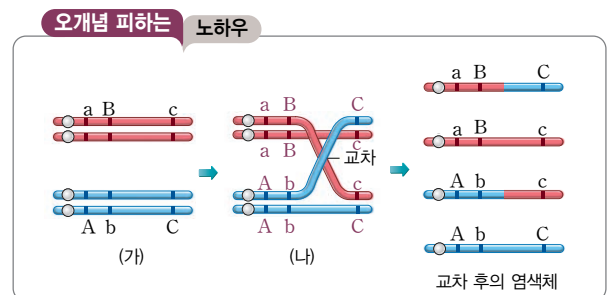
채점 기준	배점
교차를 쓰고, 유전적 특성을 옳게 서술한 경우	7점
유전적 특성만 옳게 서술한 경우	4점
교차라고만 쓴 경우	3점

458 생식 세포 분열 과정을 보면, 먼저 감수 1분열 전기에 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성하고, 중기에 2가 염색체가 세포 중앙에 배열하며, 후기에 상동 염색체가 분리된다. 이후 간기 없이 바로 감수 2분열을 시작하는데 감수 2분열 중기에 염색체가 세포 중앙에 배열하며, 후기에 염색 분체가 분리된다.

459 ② B 시기에서 C 시기로 될 때는 감수 2분열이다. 이 시기에는 염색 분체가 분리되므로 염색체 수는 변함이 없고, DNA량만 반으로 줄어든다. 염색체 수는 감수 1분열 후기와 말기 사이에 반으로 줄어든다.
[오답피하기] ① A 시기는 감수 1분열기이다. 감수 1분열 전기에 상동 염색체끼리 접합하여 2가 염색체를 형성한다.
③ C 시기의 세포는 정자(정세포) 또는 난자(난세포)와 같은 생식 세포이다. 생식 세포는 수정에 참여하는 세포이므로 더 이상 세포 분열을 하지 않는다.
④ 사람의 경우 감수 분열 과정은 생식 기관인 정소와 난소에서만 일어난다.
⑤ 생식 세포의 DNA량이 체세포의 반으로 줄어들고, 세포 분열이 일어날 때 간기의 DNA량이 2배로 증가되는 것은 DNA가 유전 물질임을 간접적으로 알 수 있는 증거이다.

자료분석 노하우

460 ㄱ. A에서 2번 연속 분열하여 C가 된 것이다. 감수 1분열 시 DNA량이 반감하며, 감수 1분열이 끝난 후 DNA 복제 없이 바로 감수 2분열을 시작하므로 DNA량은 다시 반감된다. 그러므로 A의 DNA량은 C의 4배이다.
ㄴ. B에서 C로의 분열은 감수 2분열이다. 감수 2분열은 염색 분체가 분열하는 것이므로 염색체 수가 줄어들지 않아 B와 C의 염색체 수는 같다.
[오답피하기] ㄷ. A의 감수 분열 결과 생성된 정자는 서로 다른 상동 염색체의 이동과 연관된 유전자의 교차로 인해 모두 다른 유전자를 갖게 되어 유전적으로 서로 다르다.

461 교차가 일어난 후 염색 분체의 일부가 서로 바뀌면서 생식 세포의 유전자가 서로 바뀌는 경우가 생길 수 있다. 교차가 일어난 염색 분체도 있고, 교차가 일어나지 않은 염색 분체도 있는데, ABc는 (나)와 같은 교차 시 생성되지 않는다. (나)의 교차 결과 염기 배열이 aBC, aBc, Abc, AbC인 생식 세포가 생긴다.

오개념 피하는 노하우

462 ㄱ. (가)로부터 만들어지는 생식 세포는 AB, Ab, aB, ab의 4가지이다.
ㄷ. (가)를 유전자형이 같은 AaBb와 자가 교배하는 경우 독립 유전이므로 자손의 표현형 분리비는 9 : 3 : 3 : 1이 된다.
ㄹ. (나)를 유전자형이 같은 AaBbCc와 자가 교배하는 경우

A와 B, a와 b가 연관되어 있어 함께 행동하므로 하나의 유전자같이 생각하여 표현형 분리비를 계산하면 된다. 그러므로 자손의 표현형 분리비는 (가)의 경우와 같은 9 : 3 : 3 : 1이 된다.
[오답피하기] ㄴ. (나)로부터 만들어지는 생식 세포는 ABC, ABc, abC, abc의 4가지이다. 이는 A와 B, a와 b가 연관되어 함께 행동하기 때문이다.

463 ④ 한 가정에 한 아이만 출생했을 경우 인구의 폭발적인 증가를 막을 수 있다. 그러나 인구의 증감에 영향을 미칠 뿐 유전자의 변화로 인한 진화는 일어나지 않는다.
[오답피하기] ① 특정 살충제에 일부 해충이 죽지 않는 것은 살충제에 저항성이 있는 돌연변이 유전자가 나타났기 때문이므로 돌연변이로 인해 진화가 일어난 것이다.
② 지리적 격리가 일어난 것이다. 지리적 격리가 오래 지속되면 서로 다른 환경으로 인해 두 집단에서 자연선택이 다르게 작용하고 돌연변이가 일어나 두 집단의 유전자풀이 달라지게 된다.
③ 목재의 수입으로 인해 다른 지역에 살던 유전자가 다른 곤충의 유입은 집단 내의 유전자풀을 변하게 된다.
⑤ 유전적 부동에 의한 대립 유전자 빈도의 무작위 변화를 나타낸 것이다.

464 ㄴ. 대기 오염의 규제로 다시 이전과 같은 서식 환경이 되어 나방 개체군도 이전과 같은 빈도로 나타나고 있다.
ㄷ. 산업 혁명 이전에 흰 나방이 많이 발견되는 것은 이산화황에 오염이 덜 되어 나무에 지의류가 많이 있어 흰 나방이 눈에 잘 띄지 않았기 때문이다. 이와 같이 흰 나방이 포식자의 눈에 잘 띄지 않아 많이 살아 남게 된 것은 자연선택의 결과이다.
[오답피하기] ㄱ. 산업 혁명이 일어나서 이산화황의 오염이 심해지면서 나무에 있는 지의류가 죽으므로 나무가 검게 변하고 이로 인해 흰 나방은 포식자의 눈에 잘 띄어 수가 크게 줄어들게 된다. 그러나 이것은 나방의 유전자가 바뀐 돌연변이가 아니라 주변 환경이 바뀐 것이다.

465 ㄴ. 돌연변이, 자연선택, 격리 등의 다양한 요인에 의해 유전자풀이 변화되어 새로운 종으로 분화된다고 설명하는 설이 종합설이다.
ㄷ. 토끼 집단의 개체가 지리적으로 격리된 후 각각 환경에 적응하고 서로 다른 진화 과정을 거쳐 새로운 종이 되었으므로 처음과 같은 환경이 되더라도 유전적인 변이로 인해 생식이 어렵게 된다. 이것은 유전자풀이 변했기 때문이다.
[오답피하기] ㄱ. 종합설은 자연선택설을 핵심적인 이론으로 생각하며, 진화의 단위는 개체가 아닌 집단으로 본다.

466 ㄷ. 페니실린을 섞은 배지에서는 대부분의 대장균이 죽으나 (다)에서 일부 살아남은 대장균이 발견된 것은 돌연변이로 인해 페니실린에 대한 저항성을 갖게 된 대장균들이 있기 때문이다.
[오답피하기] ㄱ. 개체의 이입 과정이란 새로운 개체가 기존의 개체들이 있는 곳으로 들어가서 기존 개체들의 유전자풀이 변하는 것을 말한다. (나)에는 개체가 없는 배지만 있는 곳이고, (가)의 환경에서 (나)의 환경으로 대장균을 옮기는 과정이므로 이입 과정이 아니다.
ㄴ. (다) 개체군에는 페니실린에 저항성을 가진 개체만 살아남아 있는 것이므로 유전적 다양성은 (가)에 비해 줄어든 상태이다.

467 ㄴ. (나)는 유전적 부동에 의한 유전자풀의 변화를 나타낸 것이다. 홍수나 산불, 해일 등 우연한 사건이 일어난 뒤 A를 가진 개체가 무작위로 제거되고, 이로 인해 집단 내의 A 빈도가 감소하게 된 것이다.
ㄷ. (다)는 돌연변이에 의한 유전자풀의 변화를 나타낸 것이다. 돌연변이가 일어나 a가 A로 바뀌게 되어 집단 내의 유전자 빈도가 바뀌게 된다.
[오답피하기] ㄱ. (가)는 자연선택에 의한 유전자풀의 변화를 나타낸 것이다. 환경의 변화로 인해 A를 가진 개체는 자연선택되었고, a를 가진 개체는 도태되어 결국 집단 내에 A의 빈도가 증가된 것을 나타낸 것이다.

468 ④ 목을 길게 늘린다고 목 길이에 관한 유전자가 변하지는 않는다. 후천적으로 획득된 형질은 유전되지 않으므로 유전자풀에 변화를 주지 못한다.
[오답피하기] ① 환경에 따라 그에 맞는 유전자를 가진 개체만 남게 되는 것은 유전자풀이 변하는 진화에 해당한다.
② 돌연변이는 유전자가 변하는 것이며, 이것은 집단 내의 유전자풀에 영향을 미치게 된다.
③ 지리적 격리가 오래 되면 서로 다른 환경에 따른 자연선택이 일어나고, 돌연변이나 유전적 부동이 다르게 일어나게 된다.
⑤ 이입과 이출에 의해 유전자풀이 변화되면 그에 따른 진화가 일어난다.

469 지리적 격리가 일어난 후 돌연변이에 의해 새로 생긴 B, C가 A보다 환경에 더 잘 적응하여 자연선택되었다. B와 C 사이에서는 지리적 격리가 사라져도 유전적인 변화가 일어났으므로 생식적인 격리가 되어 서로 새로운 종으로 분화된다.

모범답안 지리적 격리가 일어난 후 오랜 기간이 지나면서 돌연변이 개체가 생겨 생식적 격리가 일어났으며, 이 돌연변이 개체가 자연선택되어 환경에 잘 적응하므로 다시 환경이 처음 상태로 돌아와도 A종이 나타나지 않는다.

채점 기준	배점
지리적 격리가 오래 지속되어 생식적인 격리가 일어나 각기 다른 종으로 분화되었음을 옳게 서술한 경우	5점
지리적 격리에 의해 다른 종으로 분화되었다는 것만 서술한 경우	3점

470 돌연변이는 유전 물질인 DNA에 변화가 일어나 개체가 새로

운 형질을 갖게 되는 현상으로, 적혈구에 있는 헤모글로빈 유전자의 돌연변이로 나타나는 낫 모양 적혈구 빈혈증이 한 예가 된다.

[오답피하기] ①, ② 두 집단이 서로 격리되어 서로 다른 특징을 갖게 되는 예이고, ③, ④는 각각 먹이의 종류와 포식자의 눈에 띄는 정도에 따른 자연선택이 일어난 예이다.

오개념 피하는 노하우

■ **낫 모양 적혈구**
헤모글로빈을 이루는 글로빈 유전자의 일부 염기 서열이 바뀐다. → 정상 글로빈과 일부 아미노산 서열이 다른 돌연변이 단백질이 합성된다. → 적혈구가 낫 모양으로 변형된다.

내신 완성 1등급문제 pp.118~119

471 ① 472 ⑤ 473 ⑤ 474 ④ 475 ④ 476 ②, ③
477 해설 참조 478 해설 참조 479 해설 참조

471 ㄱ. (가)는 상동 염색체가 존재하는 체세포이다. 각 상동 염색체가 분리되어 생식 세포를 만들면 생식 세포의 종류는 AB : Ab : aB : ab=1 : 1 : 1 : 1이 된다.
ㄷ. 유전자 A와 B는 다른 염색체에 존재하므로 독립되어 있고, P와 V는 같은 염색체에 존재하므로 연관되어 있다.
[오답피하기] ㄴ. (나)는 유전자가 연관되어 있다. 그러므로 자가 교배하면 유전자형의 비가 PPVV : PpVv : ppvv=1 : 2 : 1이 된다. 이때 우열 관계가 성립하므로 PpVv는 PPVV와 표현형이 같다. 그러므로 표현형의 비는 3 : 1이 된다.
ㄹ. 대립 유전자는 상동 염색체의 마주보는 위치에 존재하는 유전자이다. A의 대립 유전자는 a이며, P의 대립 유전자는 p이다.

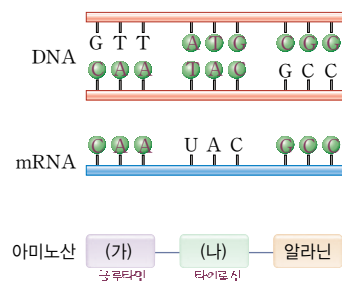
472 ㄴ. 꽃 위치와 키를 결정하는 유전자는 모두 4번 염색체에 있다. 같은 염색체에 있는 유전자는 생식 세포 형성 시 함께 행동하여 다음 대에 전달되는 연관 관계이다.
ㄷ. 씨 모양을 결정하는 유전자는 7번 염색체에, 꽃 위치를 결정하는 유전자는 4번 염색체에 존재하므로 두 유전자는 생식 세포 형성 시 독립적으로 행동한다.
[오답피하기] ㄱ. 대립 유전자는 상동 염색체의 같은 위치에 존재하는 유전자를 말한다. 꽃 색깔과 꽃 위치를 결정하는 유전자는 서로 다른 염색체에 존재하고 있으므로 대립 유전자가 아니다.

473 ㄱ. (가)의 경우 하나의 염색체에 한 개의 유전자가 존재하는 독립 유전을 나타낸 것이므로, 감수 분열을 통해 생식 세포를 만들 경우 생식 세포의 형성비는 AB : Ab : aB : ab=1 : 1 : 1 : 1이 된다.
ㄷ. (나)는 하나의 염색체에 두 개의 유전자가 연관된 경우이며, 교차가 일어나지 않는다면 생식 세포는 EF, ef 2가지만 생성된다.
ㄹ. (나)에서 e와 f는 연관되어 있으므로 교차가 일어나도 그 비율은 연관된 것보다 많지 않으므로 ef가 교차로 생긴 eF보다 항상 많다.
[오답피하기] ㄴ. (나)에서 4가지 생식 세포가 나왔으므로 연관된 유전자 사이에 교차가 일어난 것이다.

474 ㄱ. B 시기는 간기의 S기이며 DNA가 복제되는 시기이다. 염색 분체가 복제되므로 a에서 a′가, b에서 b′가 복제된다.
ㄴ. (나)와 같은 2가 염색체는 감수 1분열 전기와 중기에 볼 수 있다. 감수 1분열 전기와 중기는 C 시기에 볼 수 있다.
ㄷ. C에서 D 시기로 될 때는 감수 1분열이 끝나고 감수 2분열이 시작되는 시기이다. 이때 상동 염색체가 분리되므로 K면이 갈라져서 염색체 수가 반으로 줄어든다.
[오답피하기] ㄹ. D에서 E 시기가 될 때는 감수 2분열이 일어나 생식 세포가 형성된다. 이때 염색 분체가 분리되는데 염색체 수는 변함이 없다($n \rightarrow n$). 단지 DNA량이 반으로 줄어들 뿐이다.

475 ㄱ. (가)를 지정하는 DNA의 활성 사슬 염기는 GTT이므로 상보적으로 결합되는 DNA의 염기는 CAA이다. 이를 토대로 mRNA의 코돈이 CAA이므로 (가)는 글루타민이다.
ㄷ. (나)를 지정하는 mRNA 염기 UAC 중 U가 A로 바뀌면 mRNA 코돈은 AAC가 되며, AAC가 지정하는 아미노산은 아스파라긴이다.
[오답피하기] ㄴ. mRNA의 코돈이 UAC일 때 (나)는 타이로신이다.

자료분석 노하우

알라닌을 지정하는 mRNA의 코돈이 GCC이므로 DNA의 두 가닥 중 표시되어 있는 GCC의 상대편 사슬이 활성화된 것임을 알 수 있다. 상보적으로 결합되어 있는 DNA의 활성 사슬의 염기는 CGG이다. 이를 토대로 활성 사슬을 모두 찾아보면 (나)의 경우 mRNA의 코돈이 UAC이므로 DNA 활성 사슬의 염기 배열은 ATG가 된다. 이로 인해 DNA 활성 사슬의 염기 배열은 GTTATGCGG가 되고, 이와 상보적인 DNA 사슬의 염기 배열은 CAATACGCC가 되며, mRNA의 코돈은 CAAUACGCC가 되고, 지정되는 아미노산은 글루타민, 타이로신, 알라닌이 된다.

476 (가)는 대장균의 증식을 나타낸 것이며, (나)와 (다)는 대장균을 페니실린이 있는 배지에 옮겨 배양한 것이다. 이 결과 대장균 A만 남고 다 죽었다. 대장균 A가 살아남은 것은 페니실린에 대한 저항성을 가진 유전자가 생긴 것이며, 이는 돌연변이라고 볼 수 있다. 이렇게 생긴 돌연변이 대장균 A는 페니실린이 있는 환경에서 자연선택되어 증식하면서 살아간다. 이로 인해 새로운 종이 분화되어 진화한다.

477 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

단백질을 합성하는 데 직접 이용되는 유전 정보는 mRNA임을 알고 있어야 한다.

Step 2 자료 파악

단백질을 합성하기 위해 mRNA의 유전 정보인 코돈에 따라 tRNA가 아미노산을 운반하여 리보솜에서 단백질이 합성된다. 운반되어 온 아미노산은 효소에 의해 펩타이드 결합을 하게 된다.

Step 3 관련 개념 모으기

❶ **mRNA의 유전 정보와 tRNA의 유전 정보의 차이는 무엇인가?**
→ mRNA의 유전 정보인 염기 서열은 핵에서 DNA의 염기가 전사되어 생성된 것이다. 반면 mRNA의 코돈에 상보적으로 결합하는 tRNA의 안티코돈은 mRNA를 번역하고 tRNA는 이에 대응하는 아미노산을 운반한다. tRNA가 리보솜으로 전달해 주는 아미노산은 mRNA 유전 암호인 코돈이 지정한 것이다.

❷ **단백질을 합성하기 위해 가장 필요한 유전 정보는 5가지 재료 중 어디에 있는가?**
→ mRNA이다. mRNA는 유전 정보를 DNA에서 직접 전사받아 생성된 것이다. DNA와 상보적으로 결합한 염기의 배열 순서가 유전 정보이므로 이 유전 정보에 의해 단백질을 합성한다.

답안작성 키워드 mRNA, 단백질 합성

모범답안 말에서 추출한 mRNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성되므로 단백질 A는 말의 단백질과 가장 유사하다. 단백질이 합성되기까지의 과정에 사용된 재료는 mRNA → 리보솜 → tRNA → 아미노산 순이며, 이 과정에 효소가 관여한다.

채점 기준	배점
단백질 A가 말의 단백질과 유사함을 서술하고, 단백질이 합성되기까지의 과정에 사용된 5가지 재료의 순서를 옳게 나열한 경우	7점
단백질이 합성되기까지의 과정에 사용된 5가지 재료의 순서만 옳게 나열한 경우	5점
단백질 A가 말의 단백질과 유사한 것만 옳게 서술한 경우	2점

478 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

여러 생물의 염기 조성 비율을 분석하여 DNA의 구조에서 염기의 결합을 알고 있어야 한다.

Step 2 자료 파악

생물	염기 조성(%)			
	A	T	G	C
대장균	25.0	25.9	24.9	24.2
효모	31.3	31.6	18.7	18.4
성게	32.8	32.1	17.7	17.4
청어	27.8	27.5	22.2	22.5
사람	30.9	29.4	19.9	19.8

A와 T의 비율이 거의 같다.

G와 C의 비율이 거의같다.

Step 3 관련 개념 모으기

❶ **A가 20%일 경우 C는 몇 %인가?**
→ 30%

❷ **DNA에서 염기 간의 결합은 무슨 결합인가?**
→ 수소 결합

답안작성 키워드 아데닌(A), 티민(T), 구아닌(G), 사이토신(C), 염기의 결합

모범답안 제시된 모든 생물에서 아데닌(A)과 티민(T)의 염기 조성 비율이 거의 비슷하고, 구아닌(G)과 사이토신(C)의 염기 조성 비율이 거의 비슷하다. 이것을 통해 염기 A와 T가 결합하고 있고, G와 C가 결합하고 있다는 것을 알 수 있다.

유사답안 A와 T, G와 C의 염기 조성 비율이 제시된 생물마다 거의 비슷한 것을 통해 DNA에서 이들이 구조적으로 서로 결합하고 있음을 알 수 있다.

채점 기준	배점
각 생물들 간의 염기 조성의 공통점과 염기 결합의 특징을 모두 옳게 서술한 경우	10점
각 생물들 간의 염기 조성의 공통점만 옳게 서술한 경우	5점
염기 결합의 특징만 옳게 서술한 경우	5점

479 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

유전자의 변화로 인한 돌연변이 개체가 만들어지고, 이 개체가 환경에 유리하게 작용하므로 자연선택되는 경우를 알고 있어야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 진화설 중 돌연변이설이란?
→ 염색체나 유전자에 이상이 나타난 개체가 환경에 적응하게 되면 진화가 일어난다는 설이다.

❷ 현대의 진화설에서 돌연변이와 자연선택의 관계는?
→ 돌연변이로 인해 많은 종류의 형질을 가진 개체들이 태어나고, 그중 환경에 유리한 돌연변이를 가진 개체가 자연선택되어 진화하게 된다.

답안작성 키워드 돌연변이, 자연선택, 진화

모범답안 농약이나 항생제가 다량으로 살포되는 환경에서 살아남은 것은 유전자가 변화된 돌연변이가 원인이며, 이 변화가 생존에 유리하므로 자연선택되고, 점차 새로운 종으로 분화되어 진화한다.

유사답안 농약의 사용으로 대부분의 곤충이 죽고, 항생제 사용으로 대부분의 세균이 죽지만 일부 곤충과 세균은 유전적으로 농약이나 항생제에 내성을 가지고 있어 죽지 않게 된다. 유전자가 바뀐 것은 돌연변이에 의한 것이며, 환경이 변화되었을 때 그 유전자를 가지고 있음으로 인해 살아남은 것이므로 자연선택된 것이다. 농약과 항생제로 인해 곤충과 세균 집단의 유전자 빈도가 변화되었으므로 진화가 일어났다.

채점 기준	배점
돌연변이에 의해 새로운 개체가 자연선택되고, 유전자 빈도(풀)의 변화로 인해 새로운 종으로 진화한다고 서술한 경우	7점
돌연변이의 등장 또는 자연선택의 원인 중 하나만 옳게 서술한 경우	3점

Ⅲ단원 실전 대비 평가문제

pp.120~123

평가 기준	정답
평가 기준❶ 생명 현상과 관련된 간단한 화합물의 생성 과정을 간단한 화학 반응식으로 설명할 수 있다.	**480** ②
평가 기준❷ 원시 바다에서 무기물로부터 간단한 유기물이 합성되는 과정의 의미를 알고 설명할 수 있다.	**481** 해설 참조 **482** ⑤
평가 기준❸ 간단한 유기물로부터 복잡한 유기물이 합성되는 과정을 설명할 수 있다.	**483** ①
평가 기준❹ 원시 세포를 구성하는 핵산, 단백질, 세포막의 특성을 알고 원시 세포가 형성되는 과정을 설명할 수 있다.	**484** ④
평가 기준❺ 광합성 박테리아가 출현한 배경을 이해하고 그 의미를 설명할 수 있다.	**485** ③
평가 기준❻ 광합성 박테리아가 태양 에너지를 이용해 물을 분해하고 이때 나온 수소를 사용하여 이산화탄소를 탄수화물로 환원시키면서 산소가 발생하는 반응을 설명할 수 있다.	**486** ①
평가 기준❼ 광합성 박테리아에 의한 이산화탄소의 환원 및 산소의 발생 과정과 그 과정에 따라 지구와 생명이 변하는 과정을 설명할 수 있다.	**487** ③
평가 기준❽ 지질 시대를 생물 화석을 이용하여 설명할 수 있다.	**488** ③
평가 기준❾ 각 지질 시대에 따라 대표 생물 화석을 말하고, 이를 이용하여 생물 종의 진화를 설명할 수 있다.	**489** ⑤
평가 기준❿ 각 지질 시대의 생물 화석이 포함된 지층과 암석의 특징을 바탕으로 과거 생물의 생활 환경을 추론할 수 있다.	**490** ⑤
평가 기준⓫ 자신이 조사한 바를 토대로 하여 선캄브리아기 이후의 다섯 번의 대멸종 중 하나를 골라 구체적인 사례와 함께 토론을 할 수 있다.	**491** 해설 참조
평가 기준⓬ 원핵생물과 진핵생물의 다른 점을 설명할 수 있고 진핵생물의 출현을 세포 공생설로 설명할 수 있다.	**492** 해설 참조
평가 기준⓭ 다세포 생물의 출현 가설을 설명할 수 있고, 다양한 생물 종의 진화를 환경의 변화와 이에 따른 생물 특성의 변화를 중심으로 설명할 수 있다.	**493** ③
평가 기준⓮ 다윈 진화론의 내용과 다윈 진화론이 과학과 사회에 미치는 영향에 대한 조사 내용을 발표하고 토론할 수 있다.	**494** ①
평가 기준⓯ 염색체, 유전자, DNA의 개념 및 관계를 구분하여 설명할 수 있다.	**495** ①
평가 기준⓰ 지구 상의 모든 생명체가 동일한 유전 암호 체계를 사용한다는 것에 근거하여 진화에 바탕을 둔 생명의 연속성을 설명할 수 있다.	**496** ⑤
평가 기준⓱ 생식 과정 중 부모의 대립 유전자가 분리되고 합쳐지는 과정을 통해 유전 현상이 일어남을 설명할 수 있다.	**497** ⑤
평가 기준⓲ 생식 세포의 생성과 수정 과정에서 부모의 유전자가 복제, 분배, 조합된 결과, 다양한 형질을 가진 개체가 형성되는 과정을 간단하게 설명할 수 있다.	**498** ⑤ **499** 해설 참조
평가 기준⓳ 한 집단을 구성하는 유전적 조성이 유전자의 전달과 변화를 통해 어떻게 변해가는지 진화와 연관하여 설명할 수 있다.	**500** ②

480 ② 수소 4개가 탄소와 공유 결합하여 메테인(CH_4)이 된다.

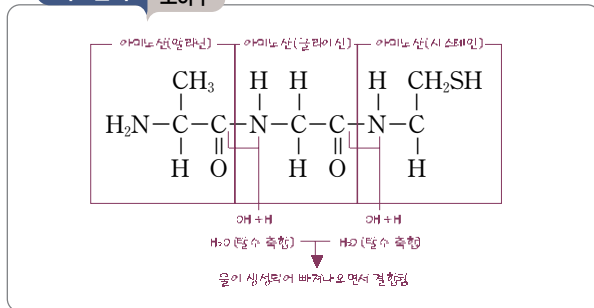
[오답피하기] ①, ⑤ 메테인은 사면체 구조를 이루며, 탄소 원자(C)를 중심으로 정사면체 4개의 꼭짓점에 수소 원자(H)가 위치하고, 결합각은 109.5°이며, 화학적으로 안정된 구조이다.

③ 메테인은 천연가스의 주성분인 기체이다.
④ 메테인이 연소하면 CO_2와 H_2O이 생성되며, 이때 많은 열이 발생된다.

481 모범답안 실험 전 A에는 원시 대기 성분인 환원성 기체(CH_4, NH_3, H_2O, H_2)가 있으며, 실험 후 B에는 전기 방전에 의해 생성된 유기물이 혼합된 물이 있다. 이것을 통해 밀러는 원시 지구의 환경에서 무기물로부터 간단한 유기물이 합성된 것을 증명했다.

채점 기준	배점
A 물질과 B 물질을 옳게 비교하고, 실험 결과를 통해 얻은 결론을 옳게 서술한 경우	5점
A 물질과 B 물질의 비교만 옳게 서술한 경우	3점
실험 결과를 통해 얻은 결론만 옳게 서술한 경우	2점

482 밀러의 실험은 오파린의 가설을 증명하기 위해 실시한 것이며, 이때 물을 끓이거나 압력을 낮추거나 고전압 전류를 흐르게 하는 것은 모두 원시 대기의 불안정한 상태를 재현하기 위한 것이다.

483 ㄱ. 첫 번째 아미노산은 알라닌, 두 번째 아미노산은 글라이신, 세 번째 아미노산은 시스테인이다. 시스테인의 경우 S을 포함하고 있지만 아미노산은 주로 C, H, O, N으로 구성되어 있다.
[오답피하기] ㄴ. 태양의 빛에너지를 직접 이용하는 것은 엽록소가 있는 식물과 조류 등이다. 식물과 조류는 빛에너지를 이용하여 이산화탄소와 물을 재료로 유기물인 포도당을 합성한다.
ㄷ. 단백질은 20가지 아미노산들이 결합하여 합성되지만, 한 가지 단백질이 합성되는 데 20가지 아미노산이 모두 이용되는 것은 아니다.

484 A의 특징을 가지고 있는 것은 세포막이다. 핵산은 뉴클레오타이드가 구성 단위이므로 B는 핵산이다. 아미노산이 펩타이드 결합에 의해 길게 연결된 구조를 갖는 C는 단백질이다.
ㄱ. 탄소 화합물은 탄소가 산소, 수소, 질소 등과 공유 결합하여 이루어진 화합물로서, 생명체를 구성하는 복잡한 유기물의 기본 요소이다. 제시된 3가지 물질은 모두 생명체를 이루는 주요 탄소 화합물이다.
ㄴ. 핵산(B)에는 DNA와 RNA가 있으며, 유전 정보의 저장과 전달을 담당한다.
[오답피하기] ㄷ. C는 단백질이며, DNA와 RNA는 핵산의 종류이다.

485 ㄱ. 산소를 이용하여 유기물을 분해하는 것은 산소 호흡을 하는 생물이며, 유기물을 섭취해야만 살아갈 수 있는 종속 영양 생물이다.
ㄴ. 광합성을 하는 생물의 출현으로 인해 대기 중의 산소 농도가 높아졌고, 이로 인해 대기 중의 오존층이 형성되는 계기가 되었다.
[오답피하기] ㄷ. 원시 지구 대기에는 산소가 거의 없었고 광합성을 하는 세균도 없었으므로 최초의 생물은 원시 바다 속의 유기물을 흡수하여 양분을 얻는 종속 영양 생물이었을 것이다(다). 이후 광합성을 하는 독립 영양 생물이 생겨났다(나). 이로 인해 대기 중 산소의 농도가 높아지면서 산소를 이용하여 유기물을 분해하는 세균이 출현했다(가). 대기로 유입된 산소가 대기를 구성하고 있던 기체를 산화시켜 점차 산소와 질소가 풍부한 대기로 되면서 오존층이 형성되었고, 오존층으로 인해 해로운 자외선이 차단되어 육상 생물이 출현할 수 있었다(라).

486 ㄴ. 광합성을 하는 독립 영양 세균의 수가 증가하면서 이것이 원시 바다에 풍부한 유기물을 공급하였다.
[오답피하기] ㄱ. 광합성은 CO_2를 흡수하고 O_2를 생성하는 과정이므로 광합성을 하는 독립 영양 세균의 수가 증가하면 대기 중의 CO_2 농도는 감소한다.
ㄷ. 광합성의 결과 O_2가 생성되므로 무산소 호흡을 하는 종속 영양 생물의 수가 감소하고, 산소 호흡을 하는 종속 영양 생물의 수가 증가한다.

487 ㄱ. 광합성을 통해 생성된 산소는 바닷속의 철을 모두 산화시킨 후 대기 중으로 방출되었으며, 이 산소를 이용하여 유기물을 이산화탄소와 물로 완전히 분해하여 에너지를 얻는 산소 호흡을 하는 생물이 번성하게 된 계기가 되었다.
ㄷ. 대기 중의 산소가 많아지면서 원시 대기를 구성하던 기체를 산화시키고, 현재와 같은 질소와 산소가 많은 대기가 되었으며, 오존층이 형성되면서 지표면으로 유입되던 유해한 자외선이 차단되어 생물이 육상으로 진출하는 계기가 마련되었고, 육상 생물의 진화를 촉진했다.
[오답피하기] ㄴ. 원시 원핵세포는 종속 영양 생물로서 물속의 풍부한 유기물을 흡수하여 양분을 얻어 생활하였고, 광합성은 하지 않았다.

488 (가)는 신생대의 대표적인 표준 화석인 화폐석이다. 신생대의 바다에는 부유성의 대형 유공충인 화폐석이 빠르게 번성하다가 멸종되었다.

(나)는 고생대의 대표적인 표준 화석인 삼엽충이다. 고생대 초기의 무척추 해양 동물인 삼엽충은 바다의 바닥을 기어다니거나 유영을 하는 생활을 하면서 급격히 번성하였다.
(다)는 중생대의 대표적인 표준 화석인 암모나이트이다. 중생대 중기의 바다에서는 두족류에 속하는 암모나이트가 번성하였다.

489 ㄱ. A 시기 이전에 최초의 생명체 출현은 무산소 호흡을 하는 종속 영양 생물이었으며, B 시기에 진핵생물이 출현했으므로 A 시기에는 원핵생물만 존재하는 선캄브리아대이다. A 시기에 있던 원핵생물 중에 남세균은 광합성 세균으로 산소 호흡을 하는 생물이다. 이와 같은 광합성 세균이 후에 원시 진핵세포 내로 들어가 공생하게 되면서 지금의 엽록체로 진화하는 계기가 된다.
ㄴ. B 시기 말에 속씨식물이 출현했는데 겉씨식물은 속씨식물보다 이전 진화 단계의 생물이므로 B 시기에 겉씨식물이 삼림을 형성했다.
ㄷ. C 시기는 중생대 일부와 신생대이다. 인류의 출현은 신생대 말이며, 신생대에는 여러 번의 빙하기(4번)와 간빙기(3회)가 반복되었다.

490 ⑤ 시상 화석은 지층의 생성 환경을 알려주는 화석으로 고사리, 산호 등이 있다. 지층의 생성 시대를 알려 주는 것은 표준 화석이다.
[오답피하기] ① A에는 산호가 나타나며, 산호가 나타나는 환경은 따뜻하고 얕은 바다이다.
② B에는 고사리가 나타나며, 고사리가 나타나는 환경은 따뜻하고 습한 육지이다.
③, ④ D는 관입한 암석이며, 관입한 암석은 관입당한 지층보다 뒤에 생성된 것이다. 그러므로 지층의 생성 순서는 C → B → D → A이다. C 지층에서 발견되는 암모나이트는 중생대 표준 화석이므로 D 지층은 그 이후에 생성된 것인데, 삼엽충은 고생대에 번성했던 생물이다.

491 공룡이 번성했던 시대는 중생대이다. 공룡은 중생대 말에 암모나이트 등과 함께 대멸종했고, 이후 포유류와 속씨식물이 출현했다. 대멸종은 주로 판게아 형성 등의 지각 변동과 빙하기 등의 기후 변화가 주요 원인이며, 그밖에 운석 충돌, 화산 폭발 등이 원인으로 볼 수 있다.
모범답안 공룡은 중생대 말에 멸종했으므로 E 시기이다. 대멸종은 지각 변동과 기후 변화 등의 환경이 급격하게 변하여 환경에 적응하지 못한 종들이 생겨 멸종하게 되면서, 먹이 연쇄의 파괴로 인해 생물 종이 급격하게 줄어든 것이다.

채점 기준	배점
공룡이 멸종한 시기와 대멸종의 이유를 옳게 서술한 경우	7점
대멸종의 이유만 옳게 서술한 경우	4점
공룡이 멸종한 시기만 옳게 쓴 경우	3점

492 세포 내 공생설은 독자적으로 생활하던 원핵생물들이 공생 관계를 이루며 살다가 각각의 세포 소기관으로 분화한 것을 말한다. A는 호기성 세균이었으나 원핵세포와 공생하며 미토콘드리아로 분화했고, B는 광합성 세균이었으나 엽록체로 분화했다. A와 B의 특징을 통해 세포 내 공생설의 증거를 살펴보면 먼저 A와 B는 다른 소기관과 달리 2중막으로 이루어져 있다는 것이며, 독자적으로 분열하여 수를 늘릴 수 있고, 독자적인 DNA와 리보솜을 갖는 것이다. DNA의 경우 핵속의 선형 DNA와 달리 원핵세포의 DNA 형태인 원형 DNA를 갖고 있으며, 리보솜도 원핵세포의 리보솜과 유사하다.
모범답안 세포 내 공생설은 독자적으로 생활하던 원핵생물들이 공생 관계를 이루며 살다가 각각의 세포 소기관으로 분화한 것을 말한다. 세포 내 공생설의 증거로는 A와 B가 2중막 구조를 하고 있는 것, 독자적인 DNA와 리보솜을 갖고 분열하여 수를 늘릴 수 있다는 것을 들 수 있다.

채점 기준	배점
세포 내 공생설과 그 증거를 모두 옳게 서술한 경우	10점
세포 내 공생설 또는 세포 내 공생설의 증거 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	5점

493 ㄷ. (나)는 이동성 세포나 영양분 생성 세포와 같은 여러 세포들이 모여 하나의 특수한 기능을 담당하는 초기 다세포 생물이다.
[오답피하기] ㄱ. (가)는 군체이며, 단세포 진핵생물이 모여 구성한 것이다. 이들은 독립된 기능을 가진 세포들이므로 따로 떨어져도 생존이 가능하다.
ㄴ. (나) 이후에 군체를 이루던 세포의 일부에서 또 다른 분화가 일어나 생식 세포인 배우자를 만드는 세포가 나타나게 되는데 이 단계가 유성 생식을 하는 다세포 진핵생물 단계이다.

494 ㄱ. 처음에는 기린의 목 길이가 다양했으나 뜯어먹기 쉬운 낮은 곳에 있는 나뭇잎이 고갈되어 목이 긴 기린이 생존에 유리하여 자연선택되었다.
[오답피하기] ㄴ. 다양한 변이를 가진 개체가 존재하였으나, 그중 환경에 적응한 개체만 살아남게 된다는 것이 다윈의 진화설이다.
ㄷ. 라마르크의 용불용설에 대한 설명이다. 획득된 형질은 유전되지 않으므로 잘못된 학설이며, 다윈의 진화설과도 다르다.

495 ㄱ. ㉠과 ㉡은 크기와 모양이 같은 한 쌍의 염색체로, 부모로부터 각각 하나씩 물려받은 상동 염색체이다.
[오답피하기] ㄴ. 대립 유전자는 상동 염색체의 대응되는 위치에 존재하며, 하나의 형질을 결정하는 유전자이다. ㉠과 ㉡은 상동 염색체이므로 A의 대립 유전자는 a이다. A와 b는 하나의 염색체에 연관된 유전자일 뿐 대립 유전자는 아니다.
ㄷ. 상동 염색체는 부모로부터 각각 하나씩 물려받는다. ㉠과 ㉡이 상동 염색체이고, ㉢과 ㉣이 상동 염색체이다.

496 ㄱ. 유전 암호는 지구 상의 모든 생물이 공통적으로 사용한다.
ㄴ. 3개의 염기가 하나의 코돈을 이루며 하나의 코돈이 하나의 아미노산을 지정한다.
ㄷ. DNA의 염기는 A, T, G, C의 4가지이지만 20종류의 아미노산을 지정할 수 있는 것은 DNA 염기 3개가 조합을 이루어 하나의 아미노산을 지정하기 때문이다. 이 3개의 염기 배열을 트리플렛 코드라고 한다.

497 ㄴ. 검정색 털 유전자와 파란색 눈 유전자가 연관되어 있지만, 교차가 일어날 경우 검정색 털 유전자와 갈색 눈 유전자가 함께 있는 생식 세포가 만들어질 수 있다.
ㄷ. (가)와 (나)는 서로 상동 염색체이다. 감수 1분열 전기에 상동 염색체는 서로 접합한 후 분리되는데, 접합 시 교차가 일어나 유전자가 교환될 수 있다.
[오답피하기] ㄱ. 파란색 눈 유전자와 갈색 눈 유전자는 서로 대립 유전자이다. 대립 유전자는 분리되어 각각의 생식 세포로 들어간다.

498 ⑤ 교차란 감수 1분열 전기에 상동 염색체가 접합할 때 염색 분체의 일부가 교환되어 연관되어 있던 유전자들이 서로 바뀌는 현상이므로 교차가 일어난다는 것은 유전자 다양성이 변한 것을 의미한다.
[오답피하기] ① (가)는 상동 염색체가 접합하여 교차가 일어나는 것을 나타낸 것이다. 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성하는 시기는 감수 1분열 전기이다.
② I과 II는 각각 염색 분체이다. 이중 하나는 간기의 S기에 DNA가 복제된 것이다.
③ Q와 T, q와 t가 연관되어 있으나, 교차가 일어나면 QT, Qt, qT, qt가 모두 가능하다.
④ (가)는 핵상이 $2n$이다. 감수 분열을 마치면 핵상이 반으로 줄어든 n이 되므로 염색체 수도 반으로 줄어든다.

499 딸세포인 생식 세포의 유전적 다양성이 커지는 시기는 C 시기이다. 감수 분열 과정 중 감수 1분열 전기에 2가 염색체를 형성할 때 교차가 일어나 새로운 유전자 조합을 갖는 염색 분체를 형성하게 되고, 상동 염색체 쌍의 무작위 배열과 분리가 일어나게 되므로 딸세포의 유전적 다양성이 커지게 된다.

모범답안 C 시기이다. 감수 1분열 전기에 상동 염색체의 접합이 일어나 2가 염색체를 형성하게 되고, 이때 염색 분체의 일부가 교차되어 새로운 유전자 조합을 갖게 되며, 상동 염색체 쌍의 무작위 배열과 분리가 일어나므로 딸세포의 유전적 다양성이 커지게 된다.

채점 기준	배점
유전적 다양성이 커지는 시기와 이유를 모두 옳게 서술한 경우	10점
유전적 다양성이 커지는 이유만 옳게 서술한 경우	7점
유전적 다양성이 커지는 시기만 옳게 쓴 경우	3점

500 ② 집단 내로 다른 개체가 들어오는 이입이나 집단 내의 개체가 다른 곳으로 나가는 이출의 개체수가 같을 경우 총 개체수는 변하지 않지만 들어온 개체가 가지고 있는 유전자가 다르므로 그 유전자 빈도가 증가하고, 나간 개체가 가지고 있는 유전자 빈도는 감소하므로 유전자풀은 변한다.
[오답피하기] ① 유전적 부동은 자연선택 없이 우연한 원인에 의해 유전자 빈도가 변하는 것이며, 이로 인해 진화가 일어난다는 원리이다. 유전적 부동에는 자연 재해에 의해 집단의 크기가 급격히 줄어들 때 특정 대립 유전자가 사라질 수 있는 병목 효과, 소수의 개체들이 떨어져 나와 고립된 지역에 정착하면 새 집단은 기존 집단과 유전자 빈도가 달라지는 창시자 효과가 있다.
③ 영국의 수학자 하디와 독일의 의사 바인베르크는 집단 유전에 대해 연구하여 자연선택이 일어나지 않는 통제된 이상적인 집단인 멘델 집단 내에서 대를 거듭하여도 유전자 빈도가 변하지 않고 평형 상태가 유지된다는 하디 · 바인베르크 법칙을 발표했다.
④ 유전자풀은 한 집단을 구성하는 모든 개체들이 가지고 있는 대립 유전자 전체이다.
⑤ 유전자 빈도는 한 집단 내에서 개체들이 가지고 있는 전체 유전자에 대한 특정 유전자의 상대적 빈도이다.

IV 정보 통신과 신소재

11 | 정보의 발생과 처리

핵심 문제로 개념 마무리 p.127

501 ㄴ, ㄷ, ㄹ **502** (1) 아날로그 (2) 이진수 (3) 아날로그 **503** (1) ㉣ (2) ㉢ (3) ㉠ (4) ㉡ **504** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) ○ (6) ○ **505** ㉠ 빠르고, ㉡ 디지털

501 ㄱ, ㅁ, ㅂ은 진공에서도 전달되는 전자기파이고, ㄴ, ㄷ, ㄹ은 매질의 진동에 의해 전달되는 탄성파이다.

502 아날로그 신호는 시간에 따라 연속적으로 변하는 신호이며, 자연에서 발생하는 대부분의 신호는 아날로그 신호에 속한다. 디지털 신호는 불연속적으로 변하는 신호로 이진수로 나타낸다.

504 (2) 돌고래가 정보를 전달하는 신호 형태는 초음파이다.
(4) 기타를 칠 때 발생하는 신호는 연속적인 아날로그 신호이다.

505 광통신은 광섬유를 매체로 빛의 전반사를 이용하여 빛 신호를 전송하는 통신 방식으로, 전송 속도가 빠르나 디지털 신호만 전송할 수 있다.

내신 분석 기출문제 pp.128~133

506 ⑤ **507** ② **508** ⑤ **509** ① **510** ③ **511** ② **512** ⑤
513 ⑤ **514** ④ **515** ③ **516** ⑤ **517** ③ **518** ③
519 센서 **520** ① **521** ① **522** ② **523** ④ **524** ③
525 ③, ④ **526** ④ **527** ⑤ **528** ① **529** ① **530** ②
531 ④ **532** ② **533** 해설 참조 **534** ⑤ **535** ① **536** ②
537 ② **538** ② **539** ④

506 자연에서 발생하는 대부분의 신호는 대상의 에너지 변화 때문에 발생한다.
[오답피하기] ② 우주 밖에서 발생한 신호는 진공인 우주 공간을 지나야 하므로 전자기파 형태로 전달된다.

507 박쥐가 어두운 동굴 속에서도 장애물을 피해 원하는 곳으로 날아갈 수 있는 것은 몸에서 초음파를 발사하기 때문이다. 즉, 장애물에 부딪쳐 되돌아오는 초음파를 통해 장애물의 위치나 크기 등을 파악한다.
[오답피하기] 적외선이나 마이크로파는 전자기파의 일종으로 박쥐가 사용하는 신호가 아니다.

508 온도에 비례하여 변하는 물리량을 이용해 온도를 측정한다.
ㄱ. 액체가 온도에 비례하여 팽창하는 성질을 이용한 온도계가 우리가 사용하고 있는 수은 온도계 또는 알코올 온도계이다.
ㄴ. 고온의 물체일 경우 표면에서 방출하는 색이 달라진다. 따라서 높은 온도를 측정할 때는 물체가 방출하는 색을 이용하는 방법도 있다.
ㄷ. 온도에 따라 전압이 발생하는 성질을 이용한 온도계로는 열전대가 있다. 접합점에서의 온도차가 전압차를 유발하여 전류를 흐르게 하므로 전류를 측정함으로써 온도차를 알 수 있다.

509 GPS가 인공위성과 서로 정보를 교환할 때 사용하는 신호의 형태는 전파이며, 구체적으로는 마이크로파이다.
[오답피하기] 적외선도 전자기파의 일종이지만 장애물이나 구름 등을 통과하기 쉬운 마이크로파가 GPS와 인공위성 사이의 통신에 사용된다.

510 ㄱ. 횡단보도의 신호등은 빨간색등과 초록색등의 2가지 신호만으로 이루어져 있으므로 디지털 신호의 일종이다.
ㄴ. 디지털 신호는 불연속적으로 변하는 신호이다.
[오답피하기] ㄷ. 두 신호는 절대 동시에 발생하지 않는다.

511 ㄷ. MP3 플레이어에는 이진수로 음악 정보가 저장되어 있다.
[오답피하기] ㄱ, ㄴ. 바이올린을 켤 때 나오는 소리나 태양으로부터 발생하는 전자기파는 신호의 세기가 연속적으로 변하는 아날로그 신호이다.

512 아날로그 정보는 주로 자연 현상의 변화를 그대로 받아들여 기록하여 만들어진다. 예를 들어 화산이 터질 때 발생하는 소리 또는 열 등은 아날로그 신호이고, 이를 그대로 기록하면 아날로그 정보가 되는 것이다.
[오답피하기] ① 디지털 신호는 불연속적으로 변한다.
② 아날로그 신호는 연속적으로 변한다.
③ 아날로그 신호는 사람에 따라 다르게 인식할 수 있지만, 디지털 신호는 yes, no 또는 0, 1 등과 같이 참과 거짓이 명확하다.
④ 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하면 정보화되는 과정에서 0과 1 사이의 신호는 무시되므로 신호의 왜곡이 일어난다.

513 ㄱ, ㄴ. 바늘은 음악의 진동이 기록된 홈을 지나면서 그 진동을 전기 신호로 바꾼다. 따라서 전기 신호는 음악 정보를 담고 있다.
ㄷ. 레코드판에는 음악의 진동이 연속적으로 기록되어 있으므로 아날로그 정보가 기록되어 있다.

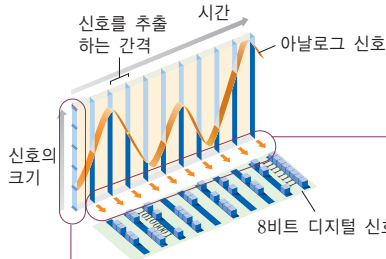
514 ㄴ. 아날로그 신호를 디지털화하는 과정에서 애매한 신호가 제거된다. 따라서 전송 과정에서 잡음이 거의 없이 전달할 수 있다.
ㄷ. 디지털 정보는 이진수로 되어 있으므로 컴퓨터를 이용해 이진수 값들을 제어하여 다양한 작업을 쉽게 처리할 수 있다.
[오답피하기] ㄱ. 아날로그 정보를 디지털 정보로 바꾸면 일부 정보가 손실된다.

515 ㄱ. 신호를 추출하는 시간 간격을 더 작게 하면 원래의 신호에 더 가까운 신호를 얻는다.

ㄴ. 신호의 크기를 더 세밀하게 나누면 원래의 값이 덜 왜곡된다. 예를 들어 13.5라는 값을 대응할 때 10으로 대응할 수도 있고, 13으로 대응할 수도 있는데, 신호의 크기(세로축)를 더 세밀하게 하면 원래의 값인 13.5에 더 가까운 값을 나타낼 수 있다.

[오답피하기] ㄷ. 신호를 추출할 때 인간이 인식할 수 없는 신호를 제거하면 그 만큼 원래의 신호에 가까운 신호를 얻지 못한다.

자료분석 노하우

이 문제에서 가로축은 신호를 추출하는 시간 간격을 나타내고, 세로축은 얻고자 하는 신호의 실제 값이다.

516 ㄱ. 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 과정에서 원래의 정보가 왜곡될 수 있다.

ㄴ. 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 과정에서 원래의 정보 중 일부가 없어지므로 재생하는 정보의 양은 감소한다.

ㄷ. 디지털화하는 과정에서 잡음 등 불필요한 정보를 지울 수 있다.

517 십진수로 1, 2, 3은 4자리 이진수로 0001, 0010, 0011이다. 따라서 스마트폰 입력창에서 십진수 3을 누르면 스마트폰은 이진수 0011로 처리한다.

518 ㄱ. 영희의 음성은 성대가 연속적으로 진동하여 발생하는 신호이므로 아날로그 신호이다.

ㄴ. 음성은 아날로그-디지털 변환기에서 이진수로 변환되므로 송수신 과정에서 디지털 신호로 전달된다.

[오답피하기] ㄷ. 철수가 듣는 소리는 재생된 아날로그 신호이다.

519 온도계, 마이크, 속도계 등은 인간의 감각으로는 충분히 감지하기 어려운 신호를 감지하는 장치로, 이러한 장치들을 센서라고 한다. 요즈음에는 정확한 측정을 위해 작은 반도체 칩을 이용한 센서가 많다. 이와 같이 전자 장치가 들어간 것만을 센서로 알고 있는 사람도 있는데, 전자 장치가 들어간 것만 센서를 의미하는 것은 아니다.

520 신호를 검출하기 위해서는 신호를 감지하는 장치가 필요한데, 이 장치를 센서라고 한다.

[오답피하기] ④ 양자화는 센서를 통해 얻은 신호를 정보화하기 위하여 디지털 신호로 바꾸는 과정을 말한다.

521 디지털카메라는 물체에서 반사된 빛을 이용하여 물체의 모습을 인식하므로 광센서를 사용하며, 디지털카메라에 사용된 광센서는 CCD이다. CCD란 '전하 결합 소자'라는 장치인데 쉽게 말하면 빛을 감지하는 장치이다. 감지한 정보를 전류로 바꿔준다는 의미에서 전하 결합이라는 이름이 붙은 것이다.

[오답피하기] ② 압력 센서는 힘의 접촉을 감지한다.

③ 온도 센서는 온도의 변화를 감지한다.

④ 전자기 센서는 자기장의 변화를 감지한다.

⑤ 가속도 센서는 속도의 변화를 감지한다.

522 가정에 있는 화재 감지기에는 화재가 발생했을 때 나오는 작은 연기 입자를 감지하는 화학 센서가 들어 있다. 그리고 가스 경보기에도 새어 나오는 미세한 가스를 감지하는 화학 센서가 들어 있다.

523 힘이나 무게 등을 감지하는 센서이므로 압력 센서이다. 누르는 힘이나 자극에 반응하여 압력 센서가 작동하는 장치로 터치스크린이 있다.

524 서점의 도난 방지 시스템은 계산을 하지 않은 책을 들고 두 기둥 사이를 통과하면 책에 붙어 있는 자성 물질의 자기장에 의해 기둥 속의 코일을 통과하는 자기장이 변하는 것을 이용한다. 이때 패러데이 법칙에 의해 코일에 전류가 유도되며, 이것을 감지한 도난 방지 경보기가 경보음을 울리는 것이다.

[오답피하기] 앙페르 법칙은 전류가 흐를 때 도선 주위에 자기장이 발생한다는 것이다.

525 가속도계는 가속도 센서가 부착된 기기이다. 전기밥솥과 같이 온도 조절이 필요한 가전 제품에는 온도 센서가 부착되어 있다.

[오답피하기] 지폐 계수기, 광마우스, 태양광 가로등은 모두 빛을 감지한 후 주어진 프로그램에 따라 작동하는 기기이다. 즉, 모두 빛을 감지하는 광센서가 부착되어 있다.

526 전자기 센서는 자기장의 변화를 감지하여 패러데이 법칙에 따라 전류가 발생하도록 만들어진 센서이다. 교통 카드를 단말기에 접촉하면 단말기에서 발생하는 자기장의 변화로 인해 교통 카드 내의 코일에 전류가 흐르며, 이 전류로 센서가 작동한다.

[오답피하기] ⑤ 가속도 센서는 물체의 속도 변화를 감지하는 센서이다.

오개념 피하는 노하우

교통 카드에는 신용 카드와 달리 자성 물질이 없다. 보통 신용 카드에는 자기 테이프가 부착되어 있어 이를 통해 자기 테이프의 정보를 카드 리더기에 전달하지만, 교통 카드는 유도 전류의 발생으로 작동하고 정보는 전자기파의 신호를 통해 읽고 갱신된다.

527 압력 센서는 외부에서 작용한 압력을 전기 신호로 변환하는 센서이다. 압력 센서를 이용한 장치에는 전자저울, 터치스크린, 노트북의 터치패드, 압력계, 디지털 기압계, 디지털 수심 측정계 등이 있다.

528 관성은 원래의 상태를 유지하려는 성질이다. 글의 상황은 자석을 코일 속에 넣었다 뺐다 하는 상황과 같다. 이 과정에서 패러데이 법칙에 따라 유도 전류가 발생한다.

529 청진기는 몸속에서 발생하는 소리를 증폭시켜 소리의 상태로 몸속의 장기나 기관이 정상적으로 활동하는지를 파악하는 기구이다.

[오답피하기] ② 투시기는 옷이나 기타 섬유, 가죽을 뚫고 몸 안에 특정한 물체를 숨겼는지를 알아보는 기구이다.
③ 내시경은 광섬유를 이용하여 몸 속의 장기를 볼 수 있는 기구이다.
④ 금속 탐지기는 금속의 존재에 따라 자기장의 변화를 유도하는 장치이다.
⑤ 적외선 카메라는 눈으로는 볼 수 없는 적외선 영역을 감지하여 눈으로 볼 수 있도록 변환해 주는 기구이다.

530 가속도 센서는 근본적으로 관성 법칙을 이용한 것이다.
ㄴ. 땅이 흔들리면 지진계에 있는 추는 원래의 위치를 유지하려고 하지만 지진계는 진동하므로 그 진동 폭이 기록되면서 지진파가 기록된다. 이때 추가 가만히 있으려는 성질은 관성 법칙으로 설명할 수 있다.

[오답피하기] ㄱ. 달리던 자동차가 마찰에 의해 멈추는 현상은 가속도 법칙으로 설명할 수 있다.
ㄷ. 노를 저으면 배가 노를 젓는 반대 방향으로 움직이는 것은 작용 반작용 법칙으로 설명할 수 있다.

통합형 문제 파헤치기

■ **관성 법칙 + 가속도 센서**
- 관성 법칙 : 물체는 외부로부터 힘을 받지 않으면 원래의 상태를 유지하려는 관성을 가지고 있다. 즉, 정지해 있는 물체는 계속 정지한 상태를 유지하려 하고, 일정한 속도로 운동하는 물체는 그 속도를 계속 유지하려고 한다.
- 가속도 센서 : 속도의 변화를 감지하는 센서로, 속력이 변하거나 방향이 변하는 것을 감지한다. 방향이 변하는 것을 감지하는 용도로 사용되는 경우 평형 상태를 파악하는 장치로 이용되고, 빠르기의 변화를 감지하는 용도로 사용되는 경우 에어백과 같은 장치의 작동 여부를 판단하는 데 사용된다.

531 이온 센서는 이온의 농도를 감지하는 센서이다. 용액이 녹아 있는 상태를 감지하는 센서로, 인간이 맛을 느끼는 감각 기관에 해당하는 센서이다,

[오답피하기] ① 광센서는 빛의 세기에 따라 전기 저항이 변하거나, 빛을 받으면 광전 효과에 의해 전자가 방출되어 흐르는 원리를 이용하여 빛 신호를 전기 신호로 바꿔 주는 센서이다. 인간의 눈과 같은 역할을 하며, 리모컨의 수신부, 광마우스 등에 이용된다.
② 온도 센서는 금속이나 반도체의 전기 저항이 온도에 따라 변하는 성질을 이용하거나, 서로 다른 두 금속선의 온도차에 의해 전압이 생기는 현상을 이용하여 온도 변화를 전기 신호로 바꿔 주는 센서이다. 인간의 피부와 같은 역할을 하며, 저항 온도계 등에 이용된다.
③ 소리 센서는 매질이 진동하면서 진동판을 진동시킬 때 전류가 발생하는 현상을 이용하여 소리 신호를 전기 신호로 바꿔 주는 센서이다. 인간의 귀와 같은 역할을 하며, 마이크로폰, 음파탐지기, 초음파 진단기 등에 이용된다.
⑤ 전자기 센서는 코일 주변의 자기장이 변할 때 전류가 유도되는 원리를 이용하여 자기 신호를 전기 신호로 바꿔 주는 센서이다. 도난 방지기, 금속 탐지기, 교통 카드 등에 이용된다.

532 인간의 시각과 같은 역할을 하는 센서는 광센서이다.
ㄱ. 스캐너에는 그림에 빛을 비추었을 때 빛의 반사 정도를 감지하는 광센서가 부착되어 있다.
ㄷ. 지폐 계수기에는 지폐를 통과한 빛의 양을 감지하는 광센서가 부착되어 있어 지폐를 통과한 빛의 양을 기준으로 지폐의 개수를 센다.

[오답피하기] ㄴ. 압력계는 접촉면에 가해지는 힘을 감지하는 장치로 인간의 촉각에 해당하는 역할을 한다.
ㄹ. 저항 온도계는 온도에 따른 전기 저항의 변화를 감지하는 장치로 인간의 촉각에 해당하는 역할을 한다.

533 전자기 센서는 자기장을 감지하여 전기 신호로 바꾸어 준다.

모범답안 전자기 센서. 금속이 금속 탐지기를 지나면 금속 탐지기 내의 코일 속을 통과하는 자기장의 변화가 생겨 패러데이 법칙에 따라 코일에 유도 전류가 발생하고, 이를 감지하면 경보가 울린다.

채점 기준	배점
센서의 이름을 쓰고, 작동 원리를 패러데이 법칙과 관련지어 옳게 서술한 경우	5점
센서의 이름을 쓰고, 작동 원리에 대한 설명이 미흡한 경우	4점
센서의 이름을 답하지 못하고, 작동 원리에 대한 설명만 맞은 경우	3점
센서의 이름만 쓴 경우	2점

534 이 센서는 외부 압력을 감지하는 압력 센서이다. 누르는 힘이나 자극에 반응하여 압력 센서가 작동하는 장치로 터치스크린, 스마트폰 화면 등이 있다.

535 ㄱ. (나)는 (가)보다 파란색 부분이 더 많으므로 체온은 (가)가 (나)보다 높다.

[오답피하기] ㄴ. 사람은 적외선을 볼 수 없다. 적외선 온도계는 적외선 센서가 감지한 적외선을 인간의 눈으로 볼 수 있도록 변환한 것이다.
ㄷ. 적외선 온도계는 몸에서 반사된 가시광선을 통해 온도를 측

정하는 것이 아니라, 몸에서 방출되는 적외선을 통해 온도를 측정하는 것이다.

오개념 피하는 노하우

인간은 적외선을 피부로 느낄 수는 있지만 눈으로 볼 수는 없다. 반면에 뱀은 우리가 눈으로 보는 것처럼 적외선의 위치나 범위를 정확히 감지한다고 한다. 우리가 적외선 망원경 또는 적외선 온도계를 통해 보는 것은 실제 적외선을 보는 것이 아니라, 센서가 적외선을 감지하여 인간이 인식할 수 있는 파장인 가시광선으로 변환해 주는 것을 보는 것이다. 즉, 적외선을 보는 것이 아니라 적외선에 대응된 가시광선을 보는 것이다.

536 ㄱ. 내시경은 코어와 클래딩, 두 종류의 유리 섬유로 구성되어 있다.
ㄴ. 내시경은 빛이 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 입사할 때 발생하는 빛의 전반사 현상을 이용한다.
[오답피하기] ㄷ. 빛은 진공에서 가장 빠르고, 물질 속으로 들어가면 느려진다. 내시경은 유리로 되어 있으므로 빛이 유리 속에서 통과하는 속력은 진공에서보다 느리다.

537 ㄴ. 광통신은 전반사를 이용해 빛이 광섬유 밖으로 유출되지 않도록 하는 방식이다.
[오답피하기] ㄱ. 광섬유의 재질은 유리이다.
ㄷ. 광통신의 수신기에서는 광센서가 빛을 감지한다.

538 광섬유 내에서 빛이 멀리까지 전달되는 원리는 빛의 전반사이다.
② 전반사를 이용하는 프리즘이다.
[오답피하기] ①, ③, ④ 굴절의 원리를 이용하는 광학 기구들이다.
⑤ 빛의 직진을 이용한 바늘구멍 사진기이다.

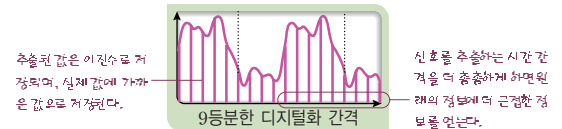
539 ㉠ 전파는 무선 통신이나 방송 등의 신호를 주고받는 데 사용된다.
㉡ 자외선은 주로 살균 작용에 이용된다.
㉢ X선은 주로 사람의 뼈나 폐의 상태를 대략적으로 파악하는 데 이용된다.
[오답피하기] 감마선은 에너지가 매우 강해 인체에 쪼이면 피해를 입을 수 있다. 따라서 감마선을 X선처럼 인체의 촬영용으로는 사용하지 않는다.

내신 완성 1등급문제 pp.134~135

540 ② 541 ⑤ 542 ⑤ 543 ③ 544 ① 545 ① 546 ④
547 해설 참조 548 해설 참조

540 ㄴ. (나)에서 아날로그 신호를 일정한 시간 간격으로 추출하므로 정보의 디지털화 작업이 일어난다.
[오답피하기] ㄱ. (가)의 신호는 연속적인 아날로그 신호이므로 불연속적인 이진수로 나타날 수 없다.
ㄷ. (라)는 디지털화된 후의 정보이므로 아날로그 정보인 (가)보다 더 많은 정보를 나타낼 수 없다.

자료분석 노하우

아날로그 신호를 디지털화하면 원래 정보의 일부는 항상 사라진다. 디지털 신호는 아날로그 신호를 디지털화하는 과정에서 최대한 원래의 정보에 가깝게 추출하는 정도이다.

541 ㄱ. 스피커에서는 스피커와 연결된 코일에서 발생하는 전기 신호가 스피커를 진동시켜 소리 신호로 변한다.
ㄴ. 스피커와 연결된 코일에는 라디오와 연결된 코일에서 발생하는 자기장이 통과한다. 이 자기장은 변하는 자기장이므로 이 코일에서는 패러데이 법칙에 따라 유도 전류가 발생한다.
ㄷ. 라디오와 연결된 코일에는 음성 신호에 따라 변하는 전류가 흐르므로 변하는 자기장이 발생한다.

542 ㄱ. 열전대는 종류가 다른 두 금속으로 구성되어 있어 두 금속의 접합점에서의 온도 차를 감지한다.
ㄴ. 두 금속의 접합점의 온도가 다르면 전압이 발생하여 전류가 흐른다.
ㄷ. 전류의 세기는 전압에 비례하므로 금속의 종류와 두 금속의 접합점의 온도에 의해 결정된다.

543 ㄱ. 인간은 진동수가 20～20,000Hz 사이의 소리만 들을 수 있다. 초음파는 진동수가 20,000Hz 이상인 소리로, 인간이 들을 수 없는 소리이다.
ㄴ. 빛은 물에 쉽게 흡수되어 멀리까지 진행하지 못하지만, 초음파는 물에 흡수되지 않고 멀리까지 진행하므로 물속을 탐사할 때 전자기파나 빛을 사용하지 않고 초음파를 사용한다.
[오답피하기] ㄷ. 초음파란 진동수가 특정 진동수보다 큰 음파라는 데서 붙여진 이름이고, 초음파의 속력은 음파와 같다.

544 ㄱ. 휴대 전화와 직접적으로 통신하는 것은 기지국이며, 기지국은 일종의 중계소이다. 이 기지국이 관할하는 영역을 셀(cell)이라고 부른다.
[오답피하기] ㄴ. 휴대 전화로 통화하는 사람이 멀리 이동하면 이 휴대 전화를 연결해 주는 기지국도 바뀐다.
ㄷ. 휴대 전화와 기지국 사이에 통신을 담당하는 전자기파의 진동수는 800～1,600MHz 영역으로, 이는 마이크로파에 해당한다. X선은 자외선보다 진동수가 더 큰 전자기파이다.

545 전자기 센서 주변에서 자기장의 변화가 발생하면 전자기 센서에 있는 코일에 유도 전류가 발생한다. 이 유도 전류는 교통 카

드 내의 정보를 처리하는 데 필요한 전기 에너지의 역할을 한다.

546 ㄴ. 코어 내에서 빛이 전반사하려면 코어의 굴절률이 클래딩의 굴절률보다 커야 한다.
ㄷ. 경계면에서 전반사하므로 코어에서 클래딩으로 굴절하여 나가는 빛이 없다. 일반적으로는 반사하는 빛과 굴절하여 빠져나가는 빛이 있지만 특별한 조건에서 전반사하는 경우 굴절하여 빠져나가는 빛이 없다.
[오답피하기] ㄱ. 광섬유를 구성하는 코어나 클래딩 모두 재질은 유리이다.

547 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

아날로그 신호와 디지털 신호의 차이점을 파악하고, 디지털 신호를 표현하는 방법을 생각해 본다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ (가)의 신호는?
→ 아날로그 신호이다.
❷ (가)의 신호 방법은?
→ 밝기를 조절한다.
❸ (나)의 신호 종류와 신호 방법은?
→ 디지털 신호이며, 켜짐과 꺼짐으로 조절한다.

답안작성 키워드 아날로그, 디지털, 정보의 수(가지 수), 부정확, 정확

모범답안 (가)의 경우는 밝기가 연속적으로 변할 수 있으므로 아날로그 신호를 사용하는 것이고, (나)의 경우는 켜짐과 꺼짐만으로 신호를 나타내므로 디지털 신호를 사용하는 것이다. (가)의 경우는 표현할 수 있는 정보의 수가 이론적으로 무한대이지만 그 경계가 애매하여 잘못된 정보를 줄 수 있는 단점이 있다. (나)의 경우는 표현할 수 있는 정보의 수가 몇 개로 한정되어 있지만 표현한 정보는 확실하게 파악할 수 있다.

유사답안 (가)의 경우는 밝기를 연속적으로 조절할 수 있으므로 아날로그 신호를 사용하는 것이고, (나)의 경우는 켜짐과 꺼짐만으로 신호를 나타내므로 디지털 신호를 사용하는 것이다. (가)의 경우는 표현할 수 있는 가지 수가 많은 반면 부정확하고, (나)의 경우는 가지 수가 한정되어 있지만 정확하다.

채점 기준	배점
(가), (나)의 신호 종류와 장단점을 옳게 서술한 경우	10점
(가), (나)의 장단점만 옳게 서술한 경우	7점
(가), (나)의 신호 종류만 서술한 경우	5점

548 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

화면에 가해지는 압력을 어떻게 인식하고 처리하느냐에 따라 구별한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 손가락뿐만 아니라 펜 등으로 화면을 누르는 경우 인식하고 처리하는 터치스크린이 있는가?
→ 초기 모델의 휴대폰, 내비게이션 등의 화면은 비전도성 물질로 터치해도 작동한다.
❷ 사람의 손으로 누르거나 터치하지 않으면 반응하지 않는 모니터가 있는가?
→ 최근 휴대 전화, 태블릿 PC 등의 화면은 손가락이나 금속 등 전도성 물질로 터치해야 인식한다.
❸ 위 두 가지 실제 예를 통해 무엇을 알 수 있는가?
→ 터치하는 물질의 전도성 여부에 따라 작동 여부가 결정된다.

답안작성 키워드 압력 센서, 전압의 변화, 전류 흐름 인식

모범답안 압력 센서가 외부 자극을 인식하면 이 자극을 전기 신호로 바꾸어 처리하는 방식이다. 이 방식에는 저항막 방식과 전기 용량 방식이 있다. 저항막 방식은 특수 필름으로 된 저항막을 누름으로써 전압의 변화를 감지하여 신호를 인식하는 방식이고, 전기 용량 방식은 사람의 몸에 전류가 흐르는 것을 이용하여 신호를 인식하는 방식이다.

유사답안 압력을 어떻게 인식하고 처리하느냐에 따라 두 가지 방식이 있다. 하나는 전도성 여부와 무관하게 압력 변화를 전압의 변화로 인식하여 처리하는 방식이고, 다른 하나는 사람의 손과 같이 전도성 물질로 터치할 때 전류의 흐름을 감지하는 방식이다.

채점 기준	배점
두 방식을 모두 답하고 설명도 옳게 서술한 경우	10점
두 방식을 답했지만 설명이 미흡한 경우	7점
한 방식에 대해서만 답하고 설명이 옳은 경우	5점
압력 센서를 이용한다고만 답한 경우	2점

12 | 정보의 저장과 활용

핵심 문제로 개념 마무리 p.137

549 (1) 강자성체(2) 자기 구역(3) 자화 **550** (1) ○(2) ○(3) ×(4) × **551** (1) ㄴ, ㄷ, ㄹ(2) ㄱ, ㅁ **552** (1)㉠ (2)㉢ (3)㉡ **553** ㉠ 광센서, ㉡ 광전

550 (3) 마그네틱 카드는 강자성체로 이루어진 자기띠에 정보를 자화시켜 기록하므로, 강한 자석을 마그네틱 카드의 자기띠에 접촉하면 기록된 정보가 지워진다.
(4) 헤드의 코일에 흐르는 전류가 자기 테이프를 자화시키는 것은 앙페르 법칙으로 설명할 수 있다.

551 (1) 마그네틱 카드는 강자성체가 입혀진 자기띠에, 하드 디스크는 강자성체가 입혀진 플래터에, 카세트 테이프는 강자성체가 발라진 자기 테이프에 정보를 저장한다.
(2) CD와 블루레이 디스크는 레이저 빛을 이용해 정보를 저장하고 읽는 장치이다.

내신 분석 기출문제 pp.138~143

554 ④	**555** 강자성체		**556** ⑤	**557** ③	**558** ②	
559 ③, ④		**560** ①	**561** ⑤	**562** ①	**563** ①	**564** ③
565 ⑤	**566** ①	**567** ③	**568** ④	**569** ④, ⑤		**570** ⑤
571 ①	**572** 해설 참조		**573** ①	**574** ③	**575** ①	**576** ⑤
577 ③	**578** ③	**579** ④	**580** ④	**581** ②	**582** ④	**583** ⑤
584 ④	**585** ④					

554 클립에 자석을 가까이 하면 클립이 자화되어 자석에 붙게 되는데, 이때 자석에 가까운 쪽은 항상 자석의 반대 극으로 자화되고, 먼 쪽은 자석의 극과 같은 극으로 자화된다. 따라서 세 번째 클립의 끝 부분 A는 자석과 같은 극인 N극이 된다.

555 자성을 지닌 물질에는 강자성체, 상자성체, 반자성체가 있다. 이 중 강자성체는 처음에는 자성을 띠지 않다가 외부 자기장에 의해 영구 자석과 같이 자성을 띠게 되는 물질이다.

556 ㄱ. 자화된 철의 자기 구역은 일정한 방향을 가리키므로 전체적으로 자성을 띠게 되는 것이다.
ㄴ. 자화되지 않는 물질의 경우 자기 구역의 방향이 제각각이기 때문에 자성이 나타나지 않는다.
ㄷ. 자기 구역이란 같은 방향의 자기장을 갖는 자기 원자들의 영역이다.

오개념 피하는 노하우

자기 구역과 원자 자기는 서로 다른 개념이다. 원자 수준에서 전자가 회전하면 원자는 자기장을 띤다. 이때 자기장의 방향이 같은 원자들의 집단이 있다면 이 집단은 더 강한 자기장을 만드는 구역을 형성한다. 자기 구역이란 이렇게 자기장의 방향이 같은 원자들의 구역이다. 따라서 같은 자기 구역 내의 원자들은 모두 같은 방향의 자기장을 만들고 있다.

557 ㄱ. 자기 구역들의 방향이 서로 다르므로 자기장이 서로 상쇄된다. 따라서 전체적으로는 자성을 띠지 않는다.
ㄴ. 자석을 가까이 하면 자석의 자기장에 의해 자기 구역들의 방향이 달라진다.
[오답피하기] ㄷ. 화살표는 자기 구역들의 방향을 의미한다. 그림에서 알 수 있듯이 자기 구역들의 방향은 서로 다르다.

자료분석 노하우

그림에서 화살표는 자기장의 방향을 의미하지만, 개별 원자 자기의 자기장 방향을 의미하는 것이 아니라 원자 자기들의 모임인 자기 구역의 자기장 방향을 의미한다.

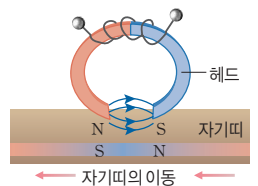
558 (가)는 자극의 배열이 모두 같은 방향이므로 자성이 가장 강하다. (나)는 각각의 자극의 방향이 서로 반대이므로 자기장이 상쇄되어 자성이 가장 약하다. (다)는 자기 원자들의 자기력이 달라 자기장이 일부만 상쇄되므로 자성이 (나)보다는 강하다.

559 강자성체가 자기장에 의해 자화되는 성질을 나타내며, 이와 같은 성질을 이용하는 저장 매체는 자화될 수 있는 물질이 입혀져 있어야 한다. 하드 디스크나 자기 테이프에는 강자성체인 산화철 가루가 얇게 입혀져 있어 자화를 통해 정보를 저장한다.

560 고리 모양의 헤드에 전류가 흐르면 헤드는 일종의 전자석이 되어 자기장을 만든다. 이 자기장이 자기띠 위를 지나는 동안 자기띠를 자화시킨다. 자화될 때 자화되는 극은 자화시키는 극의 반대이므로 자기띠의 A와 B는 각각 S극과 N극을 띠게 된다.

통합형 문제 파헤치기

■ **앙페르 법칙 + 자화**

• 앙페르 법칙 : 헤드의 코일에 전류가 흐르면 헤드는 전자석이 된다. 헤드가 만드는 자기장은 바로 앙페르 법칙에 따라 만들어지는 것이다. 원형 코일에 전류가 흐를 때 전류의 방향으로 오른손의 네 손가락을 감아쥐면 엄지손가락이 가리키는 방향이 자기장의 방향이 된다.

• 자화 : 헤드의 N극 아래는 N극과 반대 극인 S극으로 자화되고, 헤드의 S극 아래는 반대 극인 N극으로 자화된다. 헤드에 흐르는 전류의 방향에 따라 자기띠에는 이에 대응하는 극으로 계속 자화가 이루어진다.

561 ㄱ. 헤드에 감겨 있는 코일에 전류가 흐르므로 헤드에서 자기장이 발생하고 있다.
ㄴ. 마그네틱 카드를 N극 또는 S극으로 자화시키므로 마그네

틱 카드에 정보를 기록하는 과정이다.
ㄷ. 그림에서 알 수 있듯이 헤드가 N극이면 자기띠에는 반대 극인 S극으로 자화된다.

562 자석의 N극이 위로 향하고 S극이 아래를 향하는 것은 1, 3, 4번째이고, 2번째는 반대이므로 그림의 배열이 나타내는 정보는 1011이다.

563 하드 디스크의 플래터는 데이터를 기록하는 둥근 원판으로, 디스크라고도 부른다. 알루미늄을 주재료로 사용하고 그 위에 강자성체인 산화철 막을 씌워 놓은 구조로, 이 부분에 정보를 기록하게 된다.
[오답피하기] 헤드는 자기장을 만들어 자화시키는 역할을 하거나 자화된 정보를 읽어 내는 역할을 한다.

564 ㄱ, ㄴ. 자기를 이용한 저장 매체를 자화하는 데 사용하는 기록 물질로는 강자성체를 이용한다.
[오답피하기] ㄷ. 정보를 읽을 때는 패러데이 법칙을 이용하고, 정보를 쓸 때는 앙페르 법칙을 이용하므로 두 경우 서로 다른 물리 법칙을 이용한다.

565 ㄱ. 자기 테이프는 N극과 S극으로 자화되어 정보를 저장한다. 따라서 자기 테이프에는 자화될 수 있도록 자성 물질이 칠해져 있다.
ㄴ. 녹음 헤드는 소리를 녹음하는 중요한 부분이다. 소리 신호가 전기 신호로 바뀌어 이 헤드로 오면 입력되는 전기 신호에 따라 자기장이 발생하고, 이 자기장이 자기 테이프를 자화시킨다.
ㄷ. 재생 헤드에서는 자기 테이프의 자기장의 변화를 감지하여 패러데이 법칙에 따라 자기 테이프에 저장된 정보가 전기 신호로 바뀐다.

566 ㄱ. 플래터에는 정보가 0과 1의 디지털 형태로 저장된다.
[오답피하기] ㄴ. 플래터에 칠해진 강자성체가 자화되면서 정보가 저장되므로 전원을 꺼도 저장되었던 정보가 지워지지 않는다.
ㄷ. 하드 디스크에 저장된 정보를 읽을 때 헤드 아래에서 고속으로 회전하는 플래터에 의해 헤드의 코일을 통과하는 자기장이 변하면서 유도 전류가 흐르는 원리(패러데이 법칙)를 이용한다.

567 ㄱ. (가)는 플래터로 자성 물질이 칠해져 있으며 자료가 기록되는 부분이다.
ㄴ. (나)는 헤드로 녹음기의 헤드와 같이 자료를 읽고 쓰는 역할을 한다.
[오답피하기] ㄷ. 하드 디스크는 자료를 기록하거나 읽을 때 자기장을 이용한다. 레이저 빛을 이용하는 저장 매체는 광 저장 매체이다.

568 ㄱ. 플래터에 정보를 기록한다. 따라서 플래터에는 자화될 수 있는 강자성체가 칠해져 있다.
ㄴ. 헤드는 플레터를 자화시키거나 자화된 정보를 읽어내므로 정보를 기록, 수정, 삭제, 재생하는 역할을 한다.
[오답피하기] ㄷ. 헤드는 플래터에 기록된 자극을 통해 정보를 재생한다.

569 마그네틱 카드에는 자기띠가 있어서 자화를 통해 정보를 저장한다. 하드 디스크의 플래터에는 강자성체가 입혀져 있어 역시 자화를 통해 정보를 저장한다.

570 ㄱ. 헤드에 전류가 흐르면 이 전류에 의해 자기장이 생겨 플래터를 자화시킨다.
ㄴ. 전류에 의한 자기장의 발생은 앙페르 법칙으로 설명할 수 있다.
ㄷ. 헤드가 플래터의 자화된 영역을 지나는 과정에서 헤드의 코일을 통과하는 자기장이 변하므로 패러데이 법칙에 따라 헤드에는 유도 전류가 발생한다.

571 (가) 코일에 전류가 흐르고 이 전류가 만드는 자기장이 자기띠를 자화시킨다. 전류에 의한 자기장을 이용하므로 앙페르 법칙이 적용된다.
(나) 자기띠가 만드는 자기장의 변화로 인해 코일에 전류가 발생한다. 자기장의 변화로 인해 유도 전류가 발생하므로 패러데이 법칙이 적용된다.

572 CD는 얇은 금속막이 입혀진 플라스틱 판에 레이저로 금속막에 홈을 새겨 정보를 저장한다.

모범답안 기록된 정보는 홈이 새겨진 표면에 레이저를 비추어 레이저가 홈의 형태에 따라 다른 세기로 반사되는 빛을 0 또는 1의 이진수로 읽어낸다.

채점 기준	배점
반사된 빛의 세기에 따라 이진수 0 또는 1로 읽는다고 답한 경우	5점
반사된 빛의 세기를 이용한다고 답한 경우	3점
빛을 이용한다고만 답한 경우	2점

573 ㄱ. DVD는 빛을 이용하여 정보를 저장하거나 재생한다.
[오답피하기] ㄴ. 하드 디스크는 자기적 성질을 이용하여 정보를 기록하거나 재생한다.
ㄷ. 카세트 테이프는 하드 디스크와 마찬가지로 자기적 성질을 이용하여 정보를 기록하거나 재생한다.

574 CD에 레이저로 작은 홈을 새겨 이진수 정보를 저장하며, CD에 레이저를 쏘아 표면에서 반사되어 되돌아오는 빛의 세기를 비교하여 정보를 인식한다. DVD는 홈을 더 정밀하게 만들어 더 많은 정보를 기록할 수 있다. 이렇게 하기 위해서는 파장이 더 짧은 레이저를 이용하여 정보를 기록하거나 인식한다.
[오답피하기] 파장이 더 짧은 빛을 이용하여 정보를 기록하는 것은 마치 가는 붓으로 글씨를 쓰는 것과 같다. 가는 붓으로 글씨를 쓰면 더 많은 글자를 기록할 수 있다.

575 ㄱ. 광 저장 매체는 읽고 쓸 때 빛을 이용한다.
[오답피하기] ㄴ. 저장 용량은 DVD가 CD보다 크다.
ㄷ. CD 표면에는 평평한 부분과 홈들의 배열로 정보가 기록되어 있다. N극과 S극이 배열되어 있는 것은 자기 저장 매체이다.

576 ㄱ. 원뿔 세포는 물체의 색을 인식한다.
ㄴ. 원뿔 세포는 빨간색, 초록색, 파란색 빛에 민감하게 반응하는 세 종류의 세포로 구성되어 있다.
ㄷ. 막대 세포는 물체의 형태와 빛의 명암만을 인식할 뿐 색은 인식하지 못한다.

577 노란색 빛에만 반응하는 황 원뿔 세포는 없다. 대신에 적 원뿔 세포와 녹 원뿔 세포가 반응하면 노란색으로 인식한다. 즉, 노란색 빛이 이 두 원뿔 세포를 자극하여 인식하게 된다.

578 자홍색 빛을 인식하는 과정은 자홍색의 단색광이 원뿔 세포를 자극하는 경우나, 아니면 빨간색과 파란색 빛이 원뿔 세포를 자극하는 경우이다. 이 두 경우 모두 적 원뿔 세포와 청 원뿔 세포가 자극을 받으며, 뇌가 이 자극을 인식할 때 자홍색 빛으로 인식하는 것이다.

579 ㄴ. 노란색 빛은 적 원뿔 세포와 녹 원뿔 세포를 모두 비슷한 강도로 자극한다.
ㄷ. 그래프를 분석해 보면 보라색 빛에 가장 민감하게 반응하는 원뿔 세포는 청 원뿔 세포이다.
[오답피하기] ㄱ. 노란색 빛은 적 원뿔 세포와 녹 원뿔 세포를 비슷한 강도로 자극하며, 파장은 550nm 근처이다. 파장이 700nm인 빛은 빨간색 빛이다.

580 ㄴ. 색맹인 사람은 색을 구별하는 기능이 비정상이므로 원뿔 세포에 이상이 있다.
ㄷ. 각 원뿔 세포는 모든 파장의 빛에 활발하게 반응하는 것이 아니라 어떤 특정한 파장의 빛에만 활발하게 반응한다.
[오답피하기] ㄱ. 세 원뿔 세포는 모두 가시광선 중에서도 어떤 특정한 파장의 빛에 더 활발하게 반응한다. 자료에서 알 수 있듯이 자외선에는 반응하지 않는다. 만일 자외선에도 반응한다면 우리는 자외선을 볼 수 있을 것이다. 그러나 실제로 우리는 자외선을 볼 수 없다.

581 빛의 삼원색은 RGB라 불리는 빨간색, 초록색, 파란색이다. 이 세 가지 빛을 적절히 조합하면 대부분의 색을 표현할 수 있다.

오개념 피하는 노하우

인간이 색을 인식하는 것은 대뇌의 해석에 의한 것이다. 이때 대뇌에 입력되는 자극은 어느 특정한 한 파장이 아니라 여러 파장의 빛의 조합이 입력되는 경우가 많다. 즉, 파장이 10인 빛과 20인 빛이 입력될 수도 있다는 것이다. 이때 인간은 10과 20을 각각 인식하는 것이 아니라 그 중간인 15에 해당하는 파장의 빛으로 인식할 수도 있고, 두 빛의 세기에 따라 20에 가까운 빛으로 인식할 수도 있다.

582 ㄱ. LCD 모니터의 두 편광판 사이에 들어가는 물질은 액정이다.
ㄴ. 빨간색 빛만 통과하므로 모니터를 통해 보는 색은 빨간색이다.
[오답피하기] ㄷ. 그림을 분석해 보면 파란색 빛과 초록색 빛은 진동 방향이 변하지 않는 것을 알 수 있다. 빛의 진동 방향이 90˚로 바뀌는 빛은 빨간색이다.

583 ㄴ. 인간의 적, 녹, 청 원뿔 세포가 모든 색을 인식하듯이 컬러 모니터는 빨간색, 초록색, 파란색의 화소들로 모든 색을 구현한다.
ㄷ. 화소가 많을수록 색을 더 촘촘히 표현하므로 더 선명한 영상을 얻을 수 있다.
[오답피하기] ㄱ. 전자가 화면에 부딪쳐 빛이 발광하는 모니터는 LCD 모니터 이전에 사용하던 CRT 모니터이다.

584 ㄴ. 디지털카메라로 찍은 사진은 필름이 아닌 플래시 메모리에 저장된다.
ㄷ. CCD는 빛의 세기에 대응하는 전하를 만들어 빛에 대응하는 정보를 저장하는 것이다.
[오답피하기] ㄱ. CCD는 빛을 감지하는 센서이므로 사람에 비유하면 눈의 망막에 해당한다.

585 CCD란 빛을 전하로 바꾸어 기록하는 장치이다. 이 과정을 에너지 관점에서 본다면 빛에너지가 전기 에너지로 전환되는 것이다.

내신 완성 1등급문제 pp.144~145

586 ⑤ **587** ④ **588** ⑤ **589** ⑤ **590** ② **591** ③ **592** 해설 참조 **593** 해설 참조

586 ㄱ. (가)의 자기띠에는 강자성체가 칠해져 있어 자화된 정보가 계속 유지된다.
ㄴ. (가)는 자기띠가 있는 마그네틱 카드이므로 자기 현상을 이용한 정보 저장 장치이다.
ㄷ. 정보가 저장된 자기띠가 판독기를 지나면 자기장의 변화가 발생하여 그에 따른 정보를 읽는 것이다. 따라서 판독기 내부에는 자기띠가 만드는 자기장을 감지하는 코일이 있고, 이 코일에는 유도 전류가 흐른다.

587 ㄱ. 그림에서 비교하여 알 수 있듯이 피트 최소 길이는 CD가 DVD보다 크다.
ㄷ. DVD와 CD의 크기는 같지만 피트의 길이나 간격은 DVD가 더 촘촘하므로 DVD가 CD보다 더 많은 정보를 저장할 수 있다.
[오답피하기] ㄴ. 피트는 DVD가 CD보다 더 촘촘히 배열되

어 있으므로 피트 사이의 간격은 DVD가 더 작다.

588 ㄱ. 광원에서 나오는 빛은 한 곳에 집중하여 쪼일 수 있는 레이저 빛이다. 레이저가 아닌 빛은 퍼져 나가는 성질로 인해 원하는 정보를 정확히 읽을 수 없다.
ㄴ. CD 표면에 기록된 물리적인 모습은 홈들의 배열이다. 홈이 패인 부분과 그렇지 않은 부분은 이진수에 대응하는 것이므로, 결국 CD 표면에 기록된 정보는 이진수 0과 1의 나열이라고 볼 수 있다.
ㄷ. 홈 또는 평면에서 반사된 빛의 세기는 강하고, 홈에서 평면 또는 평면에서 홈으로 넘어가는 경계에서 반사된 빛의 세기는 약하다. 즉, 홈에서 반사된 빛은 홈과 평면의 경계에서 반사된 빛과 세기가 다르다.

589 ㄱ. (가)는 정보를 기록하거나 읽는 헤드이다.
ㄴ. A는 헤드가 지나간 영역으로 기록하려는 정보에 따라 산화철이 정렬되어 있다. 즉, 정보가 기록된 구역이다.
ㄷ. 헤드에서 발생한 자기장에 따라 산화철의 방향을 재배열하여 정보를 기록한다.

590 ㄷ. 정보 전환 장치는 전기 신호를 디지털 정보로 전환하여 SD 카드나 기타 저장 매체에 저장한다.
[오답피하기] ㄱ. 카메라 렌즈로 들어오는 신호 (가)는 빛 신호이다.
ㄴ. CCD는 빛 신호를 전기 신호로 바꿔 준다. 따라서 (나)는 전기 신호이다.

591 ㄱ. A 부분은 흰색 빛이 나오는 영역이므로 빨간색, 파란색, 초록색 화소에서 모두 빛이 나온다.
ㄴ. 노란색을 인식하려면 빨간색과 초록색이 우리 눈의 원뿔 세포를 자극해야 한다. 따라서 노란색으로 보이는 B 부분에서는 빨간색 화소와 초록색 화소에서만 빛이 나오고, 파란색 화소에서는 빛이 나오지 않는다.
[오답피하기] ㄷ. LCD 모니터에는 두 개의 편광판이 있다. 따라서 LCD 모니터를 통과한 빛은 항상 편광된 빛이다.

592 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

광 저장 매체에 정보를 기록한다는 것은 광 저장 매체의 표면을 어떻게 하는 것인지 생각해 보는 것이 핵심이다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 무엇으로 기록을 하는가?
→ 레이저 빛이다.
❷ 한정된 공간에 더 많은 기록을 하기 위한 방법은?
→ 작고 촘촘하게 기록한다.
❸ 이와 같은 일을 수행하기 위한 빛의 파장은 어떠해야 하는가?
→ 빛의 파장이 짧아야 한다.

답안작성 키워드 홈, 크기, 간격, 저장 용량, 빛의 파장

모범답안 전체 크기는 같지만 그 안에 기록된 홈을 보면 DVD가 CD보다 작고 홈 사이의 간격도 작음을 알 수 있다. 홈의 개수가 곧 정보량을 의미하므로 저장 용량을 비교하면 DVD가 CD보다 크다. 정보를 기록할 때 사용하는 빛의 파장이 짧을수록 더 작은 홈을 만들 수 있고 읽을 수도 있으므로, DVD에서 사용하는 레이저 빛의 파장이 CD에서 사용하는 빛의 파장보다 짧다.

유사답안 홈의 굵기나 크기 그리고 홈 사이의 간격은 DVD가 CD보다 작다. 이는 홈을 만드는 도구인 빛의 파장이 DVD가 CD보다 작다는 것을 의미한다. 더 많은 홈을 기록할 수 있다는 것은 더 많은 정보를 저장할 수 있다는 것이므로 저장 용량은 DVD가 CD보다 크다.

채점 기준	배점
두 저장 매체의 외관상 차이를 옳게 서술하고, 그러한 이유를 정확하게 서술한 경우	10점
외관상의 차이점을 제대로 파악하지 못하였지만, 빛의 파장에 대한 비교가 옳은 경우	7점
외관상의 차이점만 정확히 서술하고, 각각의 경우 사용하는 파장을 옳게 비교하지 못한 경우	6점
두 가지 중 어느 한 가지는 서술하였으나 부정확하게 서술한 경우	3점

593 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

인간이 색을 인식하는 원리에 맞게 LCD TV 모니터가 색을 구현한다는 점에 착안하여 논리를 전개한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 원뿔 세포의 종류는?
→ 적 원뿔 세포, 녹 원뿔 세포, 청 원뿔 세포가 있다.
❷ 적 원뿔 세포와 녹 원뿔 세포가 자극을 받을 때 인식하는 색은?
→ 노란색으로 인식한다.
❸ LCD 모니터에서 노란색을 구현하는 방법은?
→ 빨간색과 초록색 빛이 나오도록 한다.

답안작성 키워드 원뿔 세포, 노란색의 인식

모범답안 LCD TV 모니터의 빨간색, 초록색, 파란색 필터 중 빨간색과 초록색 필터를 통과한 빛이 철수의 망막에 있는 적 원뿔 세포와 녹 원뿔 세포를 자극하면 뇌는 두 자극을 노란색으로 인식한다.

유사답안 모니터의 인접한 화소에서 빨간색 빛과 초록색 빛이 나오면 그 부분에서 나온 빛이 철수의 적 원뿔 세포와 녹 원뿔 세포를 자극하여 철수는 그 부분을 노란색으로 인식한다.

채점 기준	배점
모니터에서 빛이 나오는 과정과 나온 빛이 원뿔 세포를 자극하는 과정, 그리고 최종적으로 뇌가 인식하는 과정을 옳게 서술한 경우	10점
위 세 과정 중 두 과정만 옳게 서술한 경우	7점
위 세 과정 중 한 과정만 옳게 서술한 경우	3점

13 | 반도체와 신소재

핵심 문제로 **개념 마무리** p.147

594 (1) 원자가 띠 (2) 에너지 간격 (3) 전도띠 **595** (1) ㉠ (2) ㉢ (3) ㉡ **596** ㄱ, ㄷ
597 (1) × (2) ○ (3) ○ **598** ㉠ 단위체, ㉡ 중합, ㉢ 중합체

594 온도가 0K인 상태에서 전자가 허용된 띠를 채워갈 때 원자의 가장 바깥쪽에 해당하는 전자가 차지하는 에너지띠를 원자가 띠라 하고, 원자가 띠 위에 존재하는 허용된 띠를 전도띠라고 한다.

596 실리콘, 저마늄 같은 순수한 반도체는 원자 4개가 모두 이웃하는 다른 원자 4개와 전자쌍을 이루고 있어 잉여 전자나 양공이 없다.

597 (1) 다이오드는 교류를 직류로 바꾸는 정류 작용을 하고, 트랜지스터가 증폭 작용을 한다.

내신 분석 기출문제 pp.148~153

599 ①	**600** ⑤	**601** ③	**602** ⑤	**603** ①	**604** ④	**605** ⑤
606 ③	**607** ④	**608** ③	**609** ④	**610** 해설 참조		**611** ③
612 ④	**613** ⑤	**614** ①	**615** ⑤	**616** ④	**617** 해설 참조	
618 ⑤	**619** ⑤	**620** ⑤	**621** ⑤	**622** ③	**623** ①	**624** ④
625 ③	**626** ⑤	**627** ②	**628** ④			

599 고체는 물질의 전기 전도성에 따라 세 가지로 나눌 수 있다. 전류가 잘 흐르는 물질은 도체, 전류가 잘 흐르지 않는 물질은 부도체, 그리고 전기 전도성이 이 두 물질의 중간인 물질은 반도체라고 한다.
[오답피하기] 초전도체는 특정 온도 이하에서 전기 저항이 0이 된다.

600 원자에 구속된 전자는 원자핵을 중심으로 정해진 특정 궤도만 돌 수 있으므로 정해진 에너지 값만 가질 수 있다. 이는 전자가 가질 수 있는 에너지가 불연속적임을 의미한다. 그리고 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 전이할 때 전자는 에너지 준위의 차이만큼의 에너지를 빛의 형태로 방출한다.

601 ㄷ, ㄹ. 대표적인 반도체로는 실리콘과 저마늄이 있다.
[오답피하기] ㄱ. 구리는 도체의 대표적인 물질이다.
ㄴ. 유리는 부도체의 대표적인 물질이다.

602 전도띠와 원자가 띠의 간격을 기준으로 도체, 반도체, 부도체로 나눌 수 있다. (다)는 이 두 간격이 없으므로 도체이고, (나)의 간격이 (가)의 간격보다 작으므로 (나)는 반도체, (가)는 부도체이다.

603 고체마다 원자의 에너지 준위가 다르다. 따라서 이들이 만든 에너지띠와 에너지띠 사이의 틈 역시 고체마다 다르다.
[오답피하기] ② 원자에서는 전자의 에너지 준위가 불연속적이므로 특정한 값으로 제한되어 있다.
③ 여러 원자들이 모여서 고체가 결정을 이루면 에너지 준위가 겹쳐져서 형태가 달라진다.
④ 금속 결정 내에서는 원자들의 에너지 준위들끼리 서로 모여 넓은 띠와 같은 구조를 가지게 된다.
⑤ 원자 안에 있는 전자는 허용된 에너지 준위의 궤도만 돌 수 있다.

604 ㄱ. (가)를 보면 원자의 에너지 준위가 불연속적임을 알 수 있다.
ㄷ. (다), (라)와 같이 원자가 많으면 같은 에너지 준위들끼리 서로 모여 띠를 형성한다.
[오답피하기] ㄴ. 고체의 경우 전자는 에너지띠에만 존재할 수 있다. 에너지 간격에는 전자가 존재할 수 없다.

605 ㄱ. 전자가 존재할 수 있는 영역은 에너지띠이고, 띠틈에는 전자가 존재할 수 없다.
ㄴ. 전자가 채워진 에너지띠 중 가장 높은 에너지띠를 원자가 띠(가전자 띠)라고 한다.
ㄷ. 원자가 띠 바로 위의 에너지띠가 전도띠이다.

606 전도띠는 원자가 띠와 다르게 전자가 비어 있는 에너지띠이다.
[오답피하기] ① 전자들이 존재할 수 있는 영역(허용된 띠) 가운데 전자가 채워진 가장 높은 에너지띠를 원자가 띠라고 한다.
② 원자가 띠 위에 완전히 비어 있는 허용된 띠를 전도띠라고 한다.

607 ㄴ. 도핑은 순수한 반도체에 불순물을 넣는 기술을 말한다. 만일 순수한 실리콘으로만 이루어진 물질에 인(P)을 넣는다면 인이 불순물이 된다.
ㄷ. 도핑 방법에 따라 전자가 남게 되면 n형 반도체가 되고, 양공이 남게 되면 p형 반도체가 된다.
[오답피하기] ㄱ. 도핑의 목적은 약간의 변화로 인해 반도체의 전기 전도성을 획기적으로 증가시키는 것이다.

608 ㄱ. 실리콘 원자 1개는 주위의 4개의 실리콘 원자들과 전자를 공유함으로써 안정된 구조를 이루는 공유 결합을 하고 있다.
ㄷ. 실리콘 원자를 인으로 대체하면 남는 전자로 인해 에너지띠의 구조가 달라진다. 즉, 전도띠 아래에 에너지 준위가 새롭게 생기고, 남는 전자는 이 에너지 준위에 존재하여 전도띠로 쉽게 이동할 수 있는 것이다.
[오답피하기] ㄴ. 그림에서 인의 주위에는 실리콘 원자가 위치

해 있고, 실리콘 원자 주변의 4개의 파란 점은 실리콘의 원자가 전자를 나타낸다. 따라서 실리콘의 원자가 전자는 4개이다.

통합형 문제 파헤치기

■ **공유 결합 + 도핑**

- 공유 결합 : 화학 결합의 하나로 두 개의 원자가 서로 일정량의 전자를 공유함으로써 서로가 결합하는 형태의 결합이다. 실리콘의 경우 주변의 4개의 원자들과 전자를 공유함으로써 전자가 8개가 되어 안정한 상태를 이룬다.
- 도핑 : 실리콘 원자들 중 하나를 인으로 대체하면 공유 결합에 참여하지 못하는 전자가 하나 남는다. 이와 같이 다른 원자로 대체하는 기술을 도핑이라고 한다. 일반적으로 $10^6 \sim 10^7$개의 실리콘 원자당 한 개 정도를 인 원자로 대체한다.

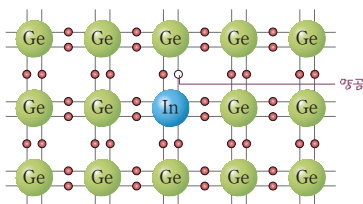
609 ㄴ. n형 반도체는 전자가 전기적 특성을 나타내는 반면, p형 반도체는 양공이 전기적 특성을 나타낸다.
ㄷ. 인듐을 첨가하면 에너지띠 사이의 간격이 더 좁아지므로 인듐을 첨가하기 전보다 전기가 더 잘 통한다.
[오답피하기] ㄱ. 그림을 보면 양공이 있으므로 원래의 반도체보다 전자가 1개 모자라는 p형 반도체이다.

610 반도체에 불순물을 넣어서 전기 전도성을 더 크게 하는 기술을 도핑이라고 한다.

모범답안 도핑, 전자를 남게 하여 전기 전도성을 증가시킨 반도체를 n형 반도체라 하고, 전자를 모자라게 하여 전기 전도성을 증가시킨 반도체를 p형 반도체라고 한다.

채점 기준	배점
도핑을 쓰고, 반도체 종류를 모두 옳게 서술한 경우	5점
반도체 종류만 서술한 경우	3점
도핑만 맞은 경우	2점

자료분석 노하우

그림은 순수한 반도체에 원자가 전자가 3개인 인듐(In)을 도핑한 p형 반도체를 나타낸다.

611 ㄱ. 순방향 전압이 걸려 있으므로 회로에 전류가 흐른다.
ㄷ. 전지가 반대 방향으로 연결되면 전류가 흐르지 않는다. 이는 곧 이 전기 소자가 전류를 한 방향으로만 흐르게 하는 정류 작용을 한다는 것을 의미한다.
[오답피하기] ㄴ. 전자나 양공이 모두 접합면을 통과하여 서로 반대 방향으로 이동한다.

612 ㄴ. LED는 다이오드이므로 n형 반도체와 p형 반도체로 이루어져 있다.
ㄷ. 다이오드는 어느 한 방향으로만 전류를 흐르게 하므로 교류를 직류로 바꾸는 충전용 어댑터는 이 원리를 이용한다.
[오답피하기] ㄱ. LED에 전류가 흐르게 하려면 p형 반도체는 전지의 (+)극에 연결하고, n형 반도체는 전지의 (−)극에 연결해야 한다. (가)에서 LED에 불이 켜졌으므로 (+)극과 연결된 긴 선은 p형 반도체와 연결되어 있음을 알 수 있다.

613 ㄱ. CPU는 좁은 영역에 많은 전기 소자가 들어 있는 고밀도 집적 회로이다.
ㄴ. 집적 회로에는 수많은 트랜지스터가 서로 연결되어 매우 많은 논리 회로를 구성하고 있으며, CPU는 논리 회로를 이용하여 인간보다 수십 억에서 수조 배까지 빠른 계산이 가능하다.
ㄷ. CPU는 반도체 기판 위에 다이오드, 트랜지스터, 축전기, 저항 등 수많은 전기 소자로 구성되어 있다.

614 반도체 소자는 크기를 작게 만들 수 있기 때문에 집적 회로에 더 많은 반도체 소자를 넣을 수 있다.
[오답피하기] ② 트랜지스터는 n형 반도체와 p형 반도체 3개의 조합으로 구성되며, 가능한 트랜지스터의 종류에는 p−n−p형과 n−p−n형이 있다.
③ 트랜지스터는 작은 신호를 큰 신호로 바꾸는 증폭 작용을 한다.
④ n형 반도체에서는 전자가, p형 반도체에서는 양공(정공)이 전류를 흐르게 한다. 양공이 이동하면 그 자리를 전자가 채우므로 양공의 이동은 곧 전류의 흐름과 같다.
⑤ 다이오드는 기본적으로 정류 작용을 위해 만들어졌다. n형 반도체와 p형 반도체를 접합하여 만든 p−n 접합 다이오드는 정류 작용을 한다.

615 ㄱ. 발광 다이오드란 빛을 내는 다이오드를 말한다. 따라서 전류가 흐르면 빛이 발생한다.
ㄴ. 다이오드이므로 n형 반도체와 p형 반도체로 구성되어 있다.
ㄷ. 다이오드의 특성상 발광 다이오드 내에서는 전류가 한쪽 방향으로만 흐른다.

616 다음은 논리 회로를 나타내는 기호로 각각 AND, OR, NOR 게이트를 나타낸다.

A, B — AND — AB　　A, B — OR — A+B　　A, B — NOR — $\overline{A+B}$

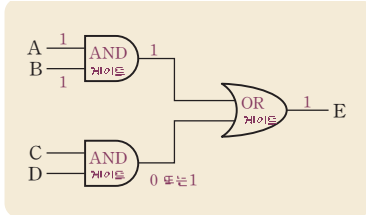
A	B	출력
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

A	B	출력
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

A	B	출력
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

ㄱ. A, B를 입력으로 하는 논리 회로는 AND 게이트이다.
ㄷ. A와 B가 모두 1이면 1을 출력하고, 이 출력값은 E를 출력하는 OR 게이트에 입력된다. 따라서 E를 출력하는 OR 게이트는 C와 D의 값에 관계없이 1을 출력한다.
[오답피하기] ㄴ. E를 출력하는 논리 회로는 OR 게이트이다.

자료분석 노하우

입력 A, B가 모두 1이면 출력 E는 무조건 1이다.

617 모범답안 첨가 중합 반응, 단위체의 2중 결합이 끊어지면서 결합을 하며, 결합하는 과정에서 빠져나가는 분자가 없다.

채점 기준	배점
중합 반응의 종류와 과정을 옳게 서술한 경우	5점
중합 반응의 종류만 옳게 쓴 경우	2점

618 탄소를 포함한 분자 중에서 분자량이 10,000 이상인 분자를 고분자라고 한다. 면의 주성분인 셀룰로스, 고기를 구성하는 단백질, 지우개의 원료인 천연고무 등이 모두 이에 해당한다.
[오답피하기] 녹말 역시 고분자이지만 고기를 구성하는 성분은 아니다.

619 자연에서 나는 목화솜, 천연고무, 단백질, 갑각류 껍질 등에는 모두 천연 고분자 화합물이 들어 있다.
[오답피하기] 타이어에는 합성 고분자 화합물이 들어 있다.

620 ㄱ, ㄴ. 첨가 중합 반응은 클립을 연결하듯이 단순히 단위체들이 길게 연결되는 것인 반면, 축합 중합 반응은 간단한 분자가 빠져나가면서 연결되는 것이다. 이때 그림의 야구공과 글러브는 반응에서 빠져나가는 분자를 비유적으로 의미한다.
ㄷ. 중합 반응 결과 만들어지는 화합물이 고분자 화합물이다.

621 탄소 6개로 이루어진 육각형 모양이 서로 연결되어 관 모양을 이룬다는 사실로부터 튜브 형태임을 알 수 있다. 따라서 이 물질은 탄소 나노 튜브이다.

622 수많은 에틸렌이 모여서 만들어진 화합물이므로 폴리에틸렌이다. 영어로 poly는 '많은' 또는 '다(多)'의 의미를 갖는다.

623 첨가 중합 반응에 의해 만들어진 고분자 화합물은 대부분 폴리에틸렌, 폴리염화비닐 등과 같이 폴리라는 단어가 접두사처럼 붙는다(단, 폴리에스터는 예외). PVC로 알려진 고분자 화합물은 폴리염화비닐로, 첨가 중합 반응에 의해 만들어진 고분자 화합물이다.

624 ㄴ. 합성수지는 보통 플라스틱이라고 부른다.
ㄷ. 일반적으로 열에 약하므로 열을 가하면 가공하기가 쉬워 원하는 형태로 만들기가 쉽다.
[오답피하기] ㄱ. 합성수지는 일반적으로 가볍고, 불에 약하지만 최근에는 불에 강한 열경화성 수지 제품에 사용되기도 한다.

625 제시된 내용은 나노 기술에 대한 설명이다. 생분해성 플라스틱은 나노 기술을 이용한 것이 아니라 미생물인 박테리아, 곰팡이를 이용하여 플라스틱을 분해할 수 있도록 만든 것이다.
[오답피하기] ① 의료용 로봇이란 모세 혈관과 같이 작은 관속을 통과할 수 있는 로봇을 말하며, 이러한 로봇을 만들려면 나노 기술이 요구된다.
② 초고밀도 집적 회로 및 그 이상의 집적 회로를 만들려면 매우 작은 나노 크기의 소자를 개발하고 조작할 수 있어야 하므로 컴퓨터 메모리 개발에 있어서 나노 기술은 당연시 되는 추세이다.
④ 폐수 처리용 필터는 매우 미세해야 하므로 역시 나노 기술이 필요한 분야이다.
⑤ 미세 약물 전달 장치는 병이 난 곳만 찾아가서 약을 전달하는 기술로, 약을 전달하는 전달체가 나노 크기이므로 나노 기술을 필요로 한다.

626 ㄱ. 이 물체는 90K 아래에서 저항이 0이므로 초전도체이다. (나)는 온도가 70K이므로 이 물체는 초전도 현상을 나타낸다. 초전도 현상이 나타날 때 물체는 마이스너 효과에 의해 자석 위에 떠 있게 된다.
ㄴ. 그림 (나)와 같은 현상은 자기 부상 열차에 응용되며, 저항이 0일 때 전류에 의한 자기장이 크게 나타나므로 MRI에서 강한 자기장을 만들 때 사용된다.
ㄷ. 그래프를 보면 70K에서는 전기 저항이 0이지만 100K에서는 전기 저항이 0이 아니다. 따라서 100K일 때가 70K일 때보다 전기 저항이 크다.

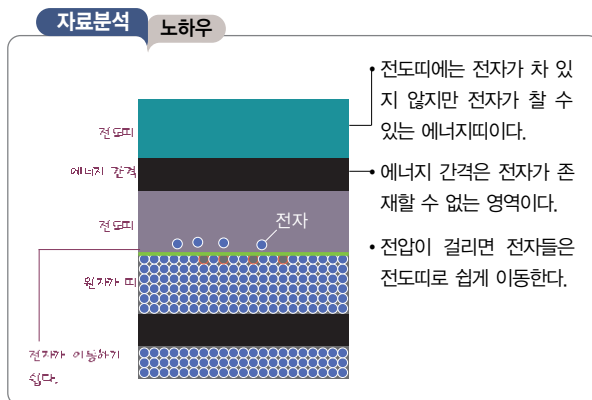
627 액정은 전압이 가해지지 않으면 나선형으로 꼬인 상태로 배열되지만, 전압이 걸리면 고체(결정)와 같이 일정한 결정을 이루는 물질이다.

628 (가)는 도체인 일반 금속, (나)는 반도체 또는 부도체, (다)는 초전도체의 저항을 온도에 따라 나타낸 것이다. A는 초전도 현상을 이용한 자기 부상 열차를 나타내고 B는 일반 도체인 니크롬선을 이용한 전열기를 나타내며 C는 반도체를 이용한 칩이다. 따라서 (가)는 B, (나)는 C, (다)는 A와 관련이 있다.

내신 완성 1등급문제 pp.154~155

629 ③ 630 ⑤ 631 ④ 632 ② 633 ④ 634 ⑤ 635 해설 참조 636 해설 참조

629 ㄱ. (가)는 에너지띠 중에서 가장 높은 에너지띠이므로 원자가 띠(가전자 띠)이다.
ㄴ. (나)는 원자가 띠 위의 에너지띠이므로 전도띠이다. 0K에서는 전도띠에 전자가 들어갈 수 없지만 상온에서는 원자가 띠의 일부 전자가 에너지를 얻어 전도띠에 올라가 있는 모습을 나타내고 있다.
[오답피하기] ㄷ. (다)는 띠틈으로 전자가 아예 들어갈 수 없는 영역이다.

자료분석 노하우

630 ㄱ. 공유 결합에 참여하지 못하고 남는 전자가 있으므로 n형 반도체를 나타낸다.
ㄴ. n형 반도체에서는 남는 전자(잉여 전자)가 이동함으로써 전류가 흐르므로, 이 물질에서 전하의 운반자는 전자이다.
ㄷ. 저마늄들 사이의 공유 결합 모습을 보면 저마늄은 4개의 원자가 전자를 가지고 있다는 것을 알 수 있다.

631 ㄱ. 편광판 1개의 회전에 따라 밝기가 변하므로 모니터에서 나오는 빛은 편광이다.
ㄷ. 액정은 전압이 걸리면 일렬로 배열하고 그렇지 않으면 꼬인 상태를 유지한다.
[오답피하기] ㄴ. 모니터에는 액정 물질이 들어 있다.

632 ㄱ. 이 반도체는 전자가 남는 형태의 반도체이므로 n형 반도체이다.
ㄴ. 비소를 넣어 남는 전자가 발생하였으므로 원자가 전자는 비소가 저마늄보다 1개 더 많다.
[오답피하기] ㄷ. 저마늄 원자를 비소로 대체하면 남는 전자로 인해 에너지띠의 구조가 달라진다. 즉, 전도띠 바로 아래에 새로운 에너지 준위가 생기고, 남는 전자는 이 에너지 준위에 존재하여 전도띠로 쉽게 이동할 수 있다.

오개념 피하는 노하우

전도띠 바로 아래에는 도핑 결과 남는 전자들에 의해 생긴 추가된 에너지 준위가 있다. 이 곳에 있는 전자들은 쉽게 전도띠로 이동할 수 있는 상태이다. 전자가 원자가 띠에서 전도띠로 이동하는 것보다 전도띠 바로 아래 에너지 준위에 있다가 전도띠로 이동하는 것이 훨씬 쉽다. 이러한 이유로 순수한 반도체를 도핑하면 전기 전도성이 높은 물질로 만들 수 있다.

633 A에는 양공이 들어 있으므로 p형 반도체이고, B에는 여분의 전자가 들어 있으므로 n형 반도체이다.

634 이 물질은 초전도체이다. 초전도체가 이용되는 예는 자기 부상 열차와 MRI 안에 설치된 자기 공명 장치이다.
[오답피하기] ㄱ. LCD는 액정을 이용하는 모니터이다.

635 **서술형 해결전략**

Step 1 문제 포인트 파악

논리 회로의 표시 방법을 파악하고 있어야 하며, 각 논리 회로의 입력과 출력을 파악하는 것이 핵심이다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 세탁기에서 입력을 담당하는 부분은?
→ 스위치와 써미스터
❷ 세탁기의 논리 회로 게이트가 1을 출력할 때 나타나는 현상은?
→ 세탁기가 작동한다.
❸ 써미스터가 1을 입력하는 경우는?
→ 세탁물의 온도가 정해진 온도에 도달하는 경우

답안작성 키워드 입력, 출력, AND 게이트, 스위치, 물의 온도, 써미스터

모범답안 세탁기가 작동하려면 AND 게이트의 출력 값이 1이어야 한다. 출력이 1이기 위해서는 입력이 모두 1이어야 한다. 스위치는 켜질 때 1을 출력하고, 써미스터는 물의 온도가 지정한 온도에 도달하면 1을 출력한다. 이는 곧 스위치가 켜진 상태에서 물의 온도가 어느 값 이상일 때만 세탁기가 작동함을 의미한다. 세탁기가 작동하지 않는 경우는 스위치나 써미스터 중 어느 하나라도 0을 출력할 때이다. 물론 둘 다 0을 출력해도 세탁기는 작동하지 않는다.

유사답안 세탁기가 작동하는 경우는 스위치가 켜진 상태에서 물의 온도가 정해진 온도 이상이어야 한다. 이 두 가지를 동시에 만족할 때 AND 게이트는 1을 출력하여 세탁기가 작동한다.

채점 기준	배점
논리 회로의 입력 값과 출력 값을 각 경우에 구별하여 서술하고, 출력 값에 따른 작동 여부를 옳게 서술한 경우	10점
논리 회로의 입출력 값의 서술 없이 정성적으로만 서술한 경우	7점
두 가지 중 한 가지 경우에 대해서만 서술한 경우	5점
두 가지 중 한 가지에 대해서만 논리 회로의 입출력 값의 서술 없이 정성적으로만 서술한 경우	3점

636 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

글이 의미하는 물질을 정확히 파악하고 물질의 특징을 제대로 이해하고 있어야 현재 사용의 사례를 서술할 수 있고, 또한 향후 응용 범위를 유추할 수 있다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 전기 저항이 0인 물질을 무엇이라고 하는가?
→ 초전도체

❷ 초전도체에 전류가 흐를 때 발행하는 열은?
→ 도선에서 발생하는 열량은 전류의 제곱에 비례하고 저항에도 비례하므로 저항이 0인 경우 발생하는 열은 0이다.

❸ 액정의 특징은?
→ 약한 전압에도 배열이 바뀌며, 빛의 진동 방향을 바꾼다.

답안작성 키워드 초전도체, 전기 저항, 열량, 액정, 배열

모범답안 (가) 초전도체, 자기 부상 열차에서 가장 유용하게 응용되고 있다. 현재 상용화되고 있는 상태는 아니지만 일부 구간에서 실험용으로 사용되고 있으며, 향후 전선으로 이용될 경우 전력 손실을 획기적으로 막을 수 있을 것으로 기대된다. (나) 액정, 대부분의 디스플레이에 필수적인 요소로 사용되고 있다. 벽걸이 TV, 자동차 계기판, 이동식 영상 전화 등에 이용된다. 액정은 화면 표시 장치를 얇게 할 수 있으므로 얇은 디스플레이 개발에 응용될 수 있다.

채점 기준	배점
(가), (나)가 의미하는 물질의 이름과 사례, 용도를 옳게 서술한 경우	10점
(가), (나)가 의미하는 물질의 이름과 사례를 잘 서술했지만 용도에 대한 서술이 미흡한 경우	7점
(가), (나) 중 한 가지에 대해서만 잘 서술한 경우	5점
한 가지에 대해서만 설명하고 향후 사용 가능한 사례를 제시하지 못한 경우	3점

14 | 광물 자원

핵심 문제로 개념 마무리 p.157

637 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × **638** (1) 비금속 (2) 판의 경계 **639** (1) ㉡ (2) ㉠ (3) ㉢ **640** (1) 시추 (2) 지진파 탐사 (3) 중력 탐사 **641** 구리

637 광물은 천연적으로 산출되며 무기적으로 생성된 고체로서, 일정한 화학 조성과 결정 구조를 보이는 물질을 말한다.

638 광물은 화학적 성질에 따라 금속 광물과 비금속 광물로 구분하며, 광물의 밀집 장소인 광상은 지역에 따라 다르게 나타나는데, 판의 경계에서 많이 발견된다.

639 지구 표면에서 진행되는 풍화, 침식, 운반 및 퇴적 작용 중에 형성되는 광상은 퇴적 광상이고, 뜨거운 마그마가 지하에서 식어 화성암이 만들어지면서 이루어진 광상은 마그마 광상이다. 마그마 광상이나 퇴적 광상이 생성된 후 변성 작용을 받아 형성되는 광상은 변성 광상이라고 한다.

내신 분석 기출문제 pp.158~163

642 ② **643** ② **644** ③ **645** ③ **646** ③ **647** ⑤ **648** ③ **649** ④ **650** A **651** ⑤ **652** ③ **653** ④ **654** ⑤ **655** ⑤ **656** ④ **657** ① **658** ③ **659** ⑤ **660** ③ **661** ⑤ **662** ④ **663** 해설 참조 **664** ② **665** ④ **666** ⑤ **667** ① **668** ② **669** ⑤ **670** ① **671** ④ **672** ① **673** ⑤ **674** ① **675** 해설 참조 **676** ②

642 자연에서 산출되는 무기물로, 일정한 화학 조성과 결정 구조를 보이는 것을 광물이라고 한다.

643 천연 다이아몬드는 천연적으로 산출된 무기적 고체이며, 일정한 화학 조성과 결정 구조를 보이므로 광물이다.
[오답피하기] ① 유리는 규산염 물질이 녹은 후 급히 냉각되어 만들어진 것으로 일정한 결정 구조를 보이지 않아 광물이라고 할 수 없다.
③ 경제적 가치만으로 광물을 분류하지 않으며, 경제적 가치가 높은 광물이 모인 곳을 광상이라고 한다.
④ 광물은 마그마로부터 생성되거나 심층에서 열수 작용 또는 지표면의 용해수의 작용으로부터 생성된다.
⑤ 플라스틱은 합성 고분자 물질로 인위적으로 만들어진 것이므로 광물로 정의하지 않는다.

644 철, 구리는 금속 광물이며 방해석은 $CaCO_3$로 규산염 광물이 아니고, 탄산염 광물이다.

645 광상은 지표면보다 지하에서 더 많이 발견되며 화산 활동에 의

해 화성 광상, 풍화, 침식, 퇴적 작용에 의해 퇴적 광상이 생성된다.

646 고령토와 보크사이트는 퇴적 광상에 해당한다.
[오답피하기] ① 암염, 석회암은 퇴적 광상에서 산출된다.
② 대리암은 변성 광상에서 산출된다.
④ 마그마가 식어 만들어진 광상은 화성 광상이다.
⑤ 광상을 구분하는 기준은 광상의 생성 원인이다.

647 대리암은 변성 광상으로 퇴적 광상인 석회암 광상이 열과 압력을 받아 변성되어 생성되었다.

648 A는 규산염 광물이고, 감람석은 이에 해당한다. 그리고 B는 비규산염 광물이다. 그래프 (나)에서 조암 광물은 사장석, 석영, 정장석 등의 무색 광물이 유색 광물보다 부피비가 크고, 규산염 광물의 기본 구조는 SiO_4 사면체 구조로 규소 대 산소가 1 : 4의 비율을 갖는다.

649 B는 마그마 속 휘발 성분이 주변 암석을 뚫고 들어가 생성된다. C는 높은 증기압과 휘발 성분 때문에 생성되고 D는 마그마 용액과 열수가 기존 암석의 틈을 채워서 형성된다.
[오답피하기] ① A는 마그마 분화 초기에 생성되는 정마그마(화성) 광상이다.
② B는 마그마 분화 후기의 페그마타이트 광상이다.
③ C는 기성 광상으로 휘발 성분 증가로 가장 높은 증기압 상태에서 생성된다.
⑤ 마그마 광상은 마그마가 식으면서 분화되어 생긴 광상이다.

650 정마그마 광상에 대한 설명이다. 정마그마 광상은 화성 광상이라고도 하며, 분화 초기에 밀도가 큰 물질이 가라앉아 생성된다.

651 열수 광상을 나타내고 있으며, 마그마 부근으로 바닷물이 유입된 경우로, 유입되는 바닷물이나 지하수는 온도가 수백 ℃까지 올라가서 유용 광물을 포함한 고온의 열수가 되어 특정 장소에 농집시킨다.

652 고령토는 장석이 풍화되어 생성되었고, 보크사이트는 장석이 고령토를 거친 후 알루미늄 산화물이 잔류된 것이다. 철은 산화철이나 탄산염 광물로 침전되어 형성된다. 이들은 모두 퇴적 광상이다.
[오답피하기] ① 고령토, 보크사이트, 철은 주로 퇴적 광상에서 얻을 수 있다.
② 퇴적 광상은 마그마 분화를 겪지 않는다.
④ 페그마타이트 광상에 대한 설명이다.
⑤ 열수 광상에 대한 설명이다.

653 페그마타이트는 마그마 분화 중기에 생성된 거정질 화성암으로, 베릴륨(Be), 세슘(Cs), 탄탈(Ta), 주석(Sn), 텅스텐(W), 우라늄(U) 등이 산출된다.

654 암염은 바닷물이 증발하여 생성된다. 철은 주로 산화물의 형태로, 고령토는 장석이 풍화되어 생성된다. 보크사이트는 고령토가 기온이 높고 습한 지역에서 알루미늄 산화물을 침전시켜 생성된다.

655 유용한 광물이 밀집되어 있는 곳은 광상이라 하고, 주로 판의 경계에 많이 분포한다.

656 석회암, 금, 보크사이트는 퇴적 광상이고, 활석, 흑연, 석면 등은 변성 광상이다. 글의 내용은 정마그마 광상으로 구리, 니켈, 백금 등을 얻을 수 있다.

오개념 피하는 노하우

정마그마 광상	크로뮴, 백금, 니켈, 구리, 금강석 등
페그마타이트 광상	우라늄, 주석, 리튬, 텅스텐 등
기성 광상	텅스텐, 주석, 몰리브데넘 등
열수 광상	금, 은, 납, 아연 등

657 장석이 풍화되면 도자기의 원료가 되는 고령토가 되고, 고온 다습한 지역에서는 알루미늄 광석인 보크사이트가 된다.

658 석회암은 주로 바다 밑에서 탄산칼슘 성분이 침전되어 형성된다.

659 유용한 광물이 농집되어 나타나는 부분을 광상이라 한다. 암석의 생성 원인에 따라 화성 광상, 퇴적 광상, 변성 광상으로 분류한다.

660 지질도는 지질 조사에 이용되는 지도로 어느 지역에 분포하는 암석의 종류와 생성 순서, 지질 구조 등을 나타낸 것이다. 지질도 제작의 순서로 제일 먼저 조사 지역을 선정하고 계획한 다음 밖으로 드러난 지층(노두)을 조사한다. 조사 후 표품을 채취하여 노선 지질도를 작성하고 이것을 바탕으로 지질도를 작성한다.

661 지형 지질 조사는 지표면에 노출된 암석을 관찰하고 지질도를 작성하며 조사 지역의 암석의 종류와 순서, 구조 등을 파악하는 것을 말한다.

662 지표면에서 측정하는 중력은 지하에 밀도가 큰 물체가 있을 경우 증가한다. 이를 통해 어떤 지점에서 중력을 측정하여 지하의 지질 구조 및 광상을 추정한다. 중력은 측정 지점과 거리가 멀수록 작게 측정되므로 같은 밀도의 물질이라도 깊은 곳에 위치하면 중력 값은 작아진다. 우라늄은 방사능 탐사를 통해 찾는다.

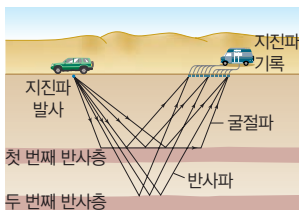
663 중력은 물체의 질량과 거리에 따라 달라진다. 지하에 다른 장소보다 밀도가 큰 물체가 있으면 중력 값은 커지고 밀도가 작은 물체가 있으면 중력 값은 작아진다. 이를 통해 석유, 가스, 암염돔 등을 찾는다.

모범답안 지하에 밀도가 큰 물체가 있을 경우 지표면에서 측정한 중력 값이 커진다. 이를 통해 지하의 광상을 찾는다.

채점 기준	배점
밀도가 큰 물체와 지표면의 중력의 관계를 옳게 서술한 경우	5점
중력 값의 차이가 발생한다는 정도만 서술한 경우	2점

664 지진파 탐사는 실제 지진파 또는 인공적인 충격에 의해 발생하는 지진파를 이용하여 지진파의 주행 시간, 진폭, 주파수, 파형 등을 분석하여 지구 내부의 밀도 및 구조에 대해 탐사하는 방법이다.

자료분석 노하우

■ 광물 탐사 + 지진파의 성질

지표면에 물체를 떨어뜨리거나 폭탄을 터트려 지진파를 발생시키고 멀리 떨어진 수신기에서 도달하는 파동을 분석한다. 지진파의 속도는 암석의 종류에 따라서 달라진다. 수신기에서 측정되는 지진파의 도달 시간을 이용해 지하에 어느 정도 깊이에서 다른 층이 존재하는지 알 수 있게 된다.

665 지진의 충격으로 발생하는 지진파는 밀도나 성질이 다른 물질과 만나면 속도가 변하거나 굴절, 반사한다. 이러한 성질을 이용하여 광상의 규모와 땅속의 구조를 알아낸다.

666 전기 전도도를 이용한 탐사는 암석 속에 스며든 물에 전류가 얼마나 잘 흐르는지 알아보는 탐사 방법이다. 어떤 암석의 전기 전도도가 매우 높다면 지하에 많은 양의 물이 있거나 많은 양의 금속 광물이 포함되어 있다는 뜻이다. 밀도가 큰 광상은 중력 탐사로 찾는다.

667 직접 구멍을 뚫어 표본을 얻는 방법을 시추라 한다.

오개념 피하는 노하우

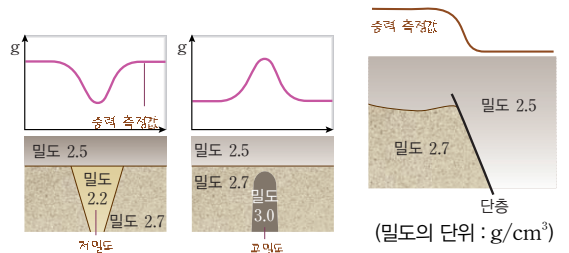
광상을 찾기 위한 방법은 여러 가지가 있다. 가장 먼저 수행하는 것은 지질 조사이며 그 다음으로 지진파, 중력, 자기 등의 여러 가지 탐사 방법을 이용해 간접적인 탐사를 수행한다. 그리고 시추법은 지하에 구멍을 뚫어 직접 암석을 채취하기 때문에 가장 확실한 방법이 된다. 그러나 시추법은 비용이 많이 들어 여러 탐사를 수행한 후 진행한다.

668 사진은 광물 탐사 방법 중 시추하는 모습으로, 지각 속에 구멍을 뚫고 들어가서 직접 암석의 표본을 얻는 직접적인 방법이다. 그러나 비용이 많이 들고 시추할 수 있는 깊이의 한계가 있다는 단점이 있다.

669 중력 탐사에서는 중력계를 이용하여 지하에 있는 암석의 밀도 차이를 알아낼 수 있다. 지하에 밀도가 높은 암석이 있으면 이 지역은 다른 지역보다 중력이 크게 측정된다.

670 중력 값은 지하에 밀도가 큰 물질이 있을 때 크게 측정된다. (나)의 경우 단층에 의해 밀도 값의 차이가 나므로 밀도가 높은 물질이 있는 곳까지 중력 값이 크게 측정된다.

자료분석 노하우

■ 지하 물질의 밀도에 따른 중력 값(g)의 변화

중력 측정값은 지하에 밀도가 높은 물질이 있을 경우 높게 측정되고 지하에 밀도가 낮은 물질이 있을 경우는 낮게 측정된다. 단층에 대해 왼쪽 부분이 밀도가 높고 오른쪽이 밀도가 낮다면 중력 값은 왼쪽 부분이 높게 측정된다.

671 전체 매장량에 비해 누적 수요량이 큰 경우 광물 자원이 고갈될 것이다. 알루미늄은 수요에 비해 매장량이 많다.

672 철은 적철석(Fe_2O_3)이나 자철석(Fe_3O_4)과 같은 철광석으로부터 얻는 광물로, 밀도가 크고 단단하여 다른 광물들과 합금 또는 철 자체만으로도 우리 생활 전반에 걸쳐 많은 곳에 쓰이고 있다.

673 고령토는 도자기의 원료이고, 시멘트의 원료는 석회암이다.

674 이미 채굴한 광상의 재개발은 광물 자원의 개발에 대한 대책에 해당하며, 폐기물로부터 회수한 광물 자원을 재활용하면 자원의 탐색과 제련 비용을 줄일 수 있고, 폐광석의 오염을 줄일 수 있다.

675 광물 자원은 생성되는 시간이 매우 길지만 인간이 자원을 소비하는 시간은 매우 짧다. 따라서 광물 자원이 고갈되면 광물 자원을 둘러싼 사회적인 변화가 일어날 것이다.

모범답안 광물 자원은 소비하는 데 비해 생성되는 데 매우 오랜 시간이 걸린다. 따라서 광물 자원이 부족해지면 자원을 둘러싼 각국의 경쟁이

발생하며 대체 자원의 개발, 자원 재활용 권장 등의 변화가 일어날 것이다.

채점 기준	배점
광물 자원의 특성, 국제 관계의 이해, 대응법을 바르게 서술한 경우	6점
광물 자원의 특성, 국제 관계의 이해, 대응법 중 두 가지를 서술한 경우	4점
광물 자원의 특성, 국제 관계의 이해, 대응법 중 한 가지를 서술한 경우	2점

676 광물 자원은 한정되어 있지만, 인구 증가와 산업 기술 발달로 그 수요가 점점 증가하고 있다.

내신 완성 1등급문제 pp.164~165

677 ③ **678** ⑤ **679** ① **680** ⑤ **681** ① **682** ⑤ **683** 해설 참조 **684** 해설 참조

677 알루미늄은 보크사이트 광상에서 얻는다. 금은 연성과 전성이 크고 반응성이 작아 장신구나 전자 회로 등에 이용된다. 리튬은 전지의 원료가 되며, 철은 적철석이나 자철석을 용광로에서 제련하여 얻는다.

678 보크사이트는 장석이 풍화되어 만들어진다. 화강암을 이루던 장석이 풍화되어 지표면에 남으면 온대 지방에서는 고령토가 되고, 기온이 높고 습한 지역에서는 알루미늄 광석인 보크사이트가 된다.

679 정마그마 광상은 분화 초기 광상으로 무거운 물질이 가라앉은 것이고, 페그마타이트 광상은 휘발 성분이 주변 암석을 뚫고 들어가 만든 광상이다. 기성 광상은 휘발 성분이 높은 증기압 상태에서 생성되며, 열수 광상은 마그마 냉각 말기에 고온의 열수가 기존의 암석의 틈을 채워 생성된 것이다.

680 지진파를 이용해 지구 아래 맨틀, 외핵, 내핵이 있음을 알아내었다.

[오답피하기] ① 지진파 중에서 S파는 고체만 통과하지만 P파는 액체도 통과할 수 있다.
② 소규모 노두는 직접 야외 조사를 통해 관찰한다.
③ 지진파는 물질의 밀도가 달라질 때 속도가 변한다.
④ 시료를 얻기 위해서는 야외 조사를 하거나 시추를 해야 한다.

681 어느 지역에 분포하는 암석의 종류와 구조 등을 알아보는 것을 지형 지질 조사라 하며, 지구의 내부 구조는 지진파의 연구를 통해 알아내었다. 땅에 포함된 염분 농도가 달라지면 전기 전도도 역시 달라져 전자기 탐사가 가능하다. 지하의 대형 지하 자원은 밀도 차이를 이용한 중력 탐사 등으로 알아낸다.

682 열수 광상은 광물을 녹이고 이동시킬 수 있는 뜨거운 물이 암석 사이의 빈 공간을 통해 이동하다가 특정 지역에서 다시 물질을 침전시켜 만들어진다.

683 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

중력 탐사의 원리를 알고 있어야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 물체의 밀도에 따라 중력은 어떻게 변할까?
→ 같은 거리의 다른 물체에 비해 밀도가 큰 물체는 질량이 크므로 중력이 더 크게 측정된다.

❷ 중력 탐사란?
→ 어떤 지점에서 중력을 측정하여 지하의 지질 구조 및 광상을 추정하는 방법

답안작성 키워드 밀도, 중력

모범답안 중력 탐사, 지하에 밀도가 다른 암석이 있는 경우 지표면에서 측정한 중력이 주변의 중력과 다르기 때문에 밀도차가 다른 암석을 찾는 데 적당하다.

유사답안 지표면에서 중력은 땅속에 밀도가 큰 암석이 있을 경우 크게 측정된다. 이를 이용하여 지하의 지질 구조 및 광상을 추정할 수 있다. 금속 광물을 포함하는 광상이 있는 경우 이 지역은 다른 지역보다 중력이 크다. 석유나 탄전이 있는 곳은 중력이 작게 측정된다.

채점 기준	배점
탐사 방법과 그 이유를 옳게 서술한 경우	10점
탐사 방법이나 이유 중 하나만 서술한 경우	5점

684 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

지진파를 이용하여 천체 내부를 알 수 있음을 알아야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 지진파란?
→ 지진에 의해 발생하는 파동

❷ 지진파 탐사란?
➡ 지표면에 지진계를 설치하고 전달되는 지진파의 분석을 통해 지하 구조를 알아내는 방법

답안작성 키워드 천체 내부를 관통, 지진파의 분석

모범답안 지진파 탐사, 지구에서는 지진이 일어날 때, 달에서는 운석이 충돌할 때 충격이 천체 전체에 전달된다. 지진파는 천체의 내부를 통과하며 내부 물질의 특성에 따라 속력이 변하며 굴절, 반사된다. 이때 지진계를 천체 표면에 설치해 두면 천체 내부를 관통하는 지진파의 분석을 통해 내부 구조를 알아낼 수 있다.

유사답안 지구에서는 지진이 발생할 때 지진파가 지구 반대편까지 도달한다. 달에서는 운석이 충돌할 경우 지진파가 발생한다. 지진파는 천체 내부를 통과하면서 내부 물질에 따라 속력이 변하고 굴절, 반사한다. 따라서 달에 지진계를 설치하면 달의 내부를 알아낼 수 있다. 아폴로호의 탐사에서는 달에 지진계를 설치해 달의 내부 구조를 알아내었다.

채점 기준	배점
탐사 방법과 그 원리를 바르게 서술한 경우	10점
탐사 방법과 지진파의 성질을 언급한 경우	6점
'지진파 탐사' 정도로만 답변한 경우	2점

IV단원 실전 대비 평가문제

pp.166~169

평가 기준	정답
평가 기준❶ 자연 현상에서 발생하는 다양한 신호의 종류와 발생 과정을 설명할 수 있다.	**685** ⑤
평가 기준❷ 아날로그 신호와 디지털 신호의 의미와 차이를 설명할 수 있다.	**686** ⑤
평가 기준❸ 정보를 수신하고 인식하는 여러 가지 센서의 구조와 작동 원리를 설명할 수 있고, 첨단 정보 전달 기기에서 적용되는 방법을 설명할 수 있다.	**687** ②
평가 기준❹ 자성체의 성질 및 자기 기록 장치의 전자기적 원리와 활용 방법을 설명하고, 다양한 디지털 정보 저장 장치가 있음을 말할 수 있다.	**688** ③ **689** ⑤ **690** ①
평가 기준❺ 눈에서 색을 인식하는 세포의 종류와 구조를 알고, 다양한 색을 구별할 수 있는 원리를 바탕으로 사람이 느끼는 빛의 3원색 사이의 관계를 설명할 수 있다.	**691** ④
평가 기준❻ 사람이 빛을 인식하는 과정에 대한 이해를 바탕으로 LCD 등 영상 표현 장치와 디지털카메라 등 영상 저장 장치의 기초적인 원리를 설명할 수 있다.	**692** ③
평가 기준❼ 고체의 에너지띠 구조를 바탕으로 도체, 부도체, 반도체의 차이를 설명할 수 있다.	**693** ③
평가 기준❽ n형 반도체와 p형 반도체를 결합하여 만든 다이오드, 트랜지스터, 고집적 메모리의 구조와 활용 방법을 간단히 말할 수 있다.	**694** ⑤
평가 기준❾ 초전도체와 액정 등 새로운 소재의 물리적 원리 및 활용 방법을 설명할 수 있다.	**695** ④
평가 기준❿ 고분자 물질의 구조와 특성을 이해하고, 고분자 물질이 다양한 첨단 소재로 활용됨을 설명할 수 있다.	**696** ③
평가 기준⓫ 자원으로 활용되는 중요 광물의 생성 과정과 분포 유형을 지각 변동이나 지구의 형성 과정 등과 관련하여 설명할 수 있다.	**697** ① **698** ⑤ **699** ③
평가 기준⓬ 광물 자원의 종류에 따른 탐사 방법을 이해하고 설명할 수 있다.	**700** ②

685 박쥐는 초음파를 발사하여 되돌아오는 초음파를 통해 주변의 지형이나 물체를 인식한다. 임산부나 태아의 건강을 검진할 때 X선과 같은 방사선을 사용하는 것은 매우 위험하며, 보통 초음파를 이용한다.

686 ㄱ. 분화구에서 나오는 빛은 전자기파의 일종이므로 전자기파가 발생한 것이다.
ㄴ. 분화구에서 발생하는 신호는 빛과 소리, 연기 등 연속적인 신호이므로 아날로그 신호이다.
ㄷ. 화산이 폭발할 때 용암뿐만 아니라 폭발음도 발생하므로 소리 신호가 발생한다.

687 압력 변화를 감지하는 센서는 힘, 물체의 무게, 물체 사이에 작용하는 힘을 측정할 수 있는 장치로, 반도체에 압력이 가해졌을 때 저항이 변하는 원리를 이용한다. 휴대 전화의 터치스크린이나 디지털 저울에는 압력 센서가 이용된다.

688 ㄱ. 정보가 저장되기 전에는 자성체의 자기 구역이 무질서하게

배열되어 있다. 정보를 저장하면 자기 구역은 정보에 맞춰 일정하게 배열된다.
ㄴ. 플래터(디스크)에는 N극 또는 S극으로 자화시킬 수 있는 강자성체가 있다.
[오답피하기] ㄷ. 전자석에 저장하려는 정보에 대응하는 전류가 흐르면 그에 따른 자기장이 발생한다. 전자석에서 발생하는 자기장이 플래터의 강자성체를 자화시켜 정보를 저장한다.

689 ㄴ. CD 표면에 기록된 정보는 표면에서 반사된 빛을 이용하여 정보를 읽는다.
ㄷ. CD에 기록된 정보는 0 또는 1과 같은 이진수이다. 이 값은 반사된 빛의 밝기에 따라 이진수 0 또는 1로 구별한다.
[오답피하기] ㄱ. 강자성체는 자기를 이용하여 정보를 저장하거나 읽는 저장 매체에 칠해져 있다. 즉, 강자성체는 하드 디스크나 자기 테이프 등에 칠해져 있다. CD 표면에는 빛의 반사율을 높이기 위해 알루미늄 금속막이 입혀져 있다.

690 ㄴ. 홈의 개수나 길이가 다르므로 저장할 수 있는 정보의 양이 다르다. 같은 크기의 디스크이지만 홈의 크기와 간격을 비교하면 DVD가 CD보다 더 많은 홈이 더 촘촘히 배열되어 있다. 이는 DVD가 CD보다 더 많은 정보를 기록할 수 있다는 것을 말해 준다.
[오답피하기] ㄱ. 지름을 보면 두 저장 매체가 같으므로 크기는 서로 같다.
ㄷ. DVD에서의 홈이 CD에서의 홈보다 더 짧고 간격도 좁아야 하므로 사용하는 빛의 파장은 DVD에서가 CD에서보다 더 짧아야 한다.

691 ㄱ. 여러 색깔의 빛이 섞이면 혼합된 빛의 색은 흰색(백색)이다. P는 세 가지 색이 혼합된 색이므로 흰색(백색)이다.
ㄴ. (가)는 빛의 3원색을 적절히 합성하면 다양한 색의 빛을 만들 수 있음을 보여준다. 따라서 (나)의 컬러 필터는 이 세 가지 색을 적절히 합성할 수 있는 필터이어야 하므로 빨간색 필터, 초록색 필터, 파란색 필터로만 구성된다.
[오답피하기] ㄷ. 화면이 자홍색으로 보인다면 (가)로부터 컬러 필터를 통과한 빛은 빨간색과 파란색 빛이어야 함을 알 수 있다.

692 ㄱ. (나)를 분석해 보면 A는 400nm의 짧은 파장의 빛에 민감하게 반응한다. 이 파장의 빛은 파란색이며, 따라서 A는 파란색 빛에 민감하게 반응하는 원뿔 세포임을 알 수 있다.
ㄴ. (나)를 분석하면 적색을 가장 많이 흡수하는 원뿔 세포는 C임을 알 수 있다. 따라서 (가)와 같이 적색 필터를 통과한 빛은 C가 가장 많이 흡수한다.
[오답피하기] ㄷ. 수평 편광판을 통과한 빛과 수직 편광판을 통과한 빛의 진동 방향은 서로 수직이다.

693 ㄷ. 전도띠는 원자가 띠보다 에너지가 더 높은 에너지띠이므로 원자가 띠에 있는 전자가 전도띠로 이동하려면 에너지를 얻어야 한다.
[오답피하기] ㄱ. 에너지 간격(띠틈)의 정도에 따라 도체, 반도체, 부도체로 나눈다. 다이아몬드는 부도체이므로 에너지 간격은 반도체인 규소보다 크다.
ㄴ. 전자가 완전히 채워져 있는 에너지띠는 원자가 띠이다. 전도띠에는 일부 전자가 존재할 수는 있지만 완전히 채워져 있지 않다.

694 ㄱ. 공유 결합에 참여하지 못한 전자가 여분으로 남아 있으므로 n형 반도체의 결정 구조이다.
ㄴ. 여분의 전자가 남는다는 것은 인이 규소보다 원자가 전자의 개수가 더 많다는 것을 의미한다.
ㄷ. 인을 첨가하여 n형 반도체가 되면 전도띠 바로 아래에 에너지 준위가 생겨 전자가 전도띠로 쉽게 이동할 수 있게 된다. 따라서 인을 첨가하기 전보다 전기 전도성이 더 커진다.

695 ㄱ. 편광판을 통과한 빛은 편광된 빛이다.
ㄷ. 액정에 전압이 걸리면 액정 분자들이 모두 같은 방향으로 배열한다. (나)의 액정은 (가)의 액정처럼 빛의 진동 방향을 바꿔주는 역할을 하지 못하여 빛이 편광판 B를 통과하지 못한다.
[오답피하기] ㄴ. (가)의 액정은 자연스런 상태로 DNA 구조와 같이 나선형으로 꼬여 있다. A를 통과한 빛은 이 액정을 따라 진동 방향이 90°로 바뀌게 된다.

696 (가) 탄소 원자들이 평면 위에서 한 겹의 벌집 모양으로 배열된 것이므로 B에 해당된다.
(나) 그래핀을 원기둥 모양으로 말았으며 튜브 모양이라고 했으므로 A에 해당된다.
(다) 공 모양을 한 것은 C이고, 풀러렌은 축구공 모양이다.

697 석회암은 바다에서 탄산칼슘이 침전되어 생성된다. 얕은 바다에는 자갈이나 모래가 많고, 깊은 바다에서 퇴적된 지층에는 석회암이 많다.

698 킴벌라이트 화산에서 산출되는 다이아몬드는 지하 150~200km 정도의 깊은 곳에서 생성된다. 이곳에서 생성된 다이아몬드는 마그마의 상승과 함께 위로 상승하여 지표 부근으로 이동한다.

699 석유는 기름이므로 지하수 위쪽에 위치해야 하고, 밥그릇을 엎어 놓은 모양의 배사 구조에 고여 있을 수 있다. 셰일은 조직이 치밀하여 석유 성분이 다른 곳으로 빠져나가지 않는데 도움이 된다.

자료분석 노하우
석유는 기름이기 때문에 물보다 위쪽에 모인다. 지하수층 위에 셰일과 같이 조직이 치밀한 층이 있으면 기름이 빠져나가지 못하게 된다. 이렇게 석유층 위를 배사 구조(그릇으로 덮은 모양)가 덮고 있을 경우 석유가 있을 수 있다.

700 지구 내부의 맨틀, 핵의 구조는 지진파 탐사를 통해 알아내었고, 빙하 속의 기체 성분 등은 직접 시추를 해서 채취한다.

V 인류의 건강과 과학 기술

15 | 식량 자원

핵심 문제로 개념 마무리 p.171

701 (1) × (2) ○ **702** (1) 유전자 재조합 (2) 유전자 변형 생물(GMO) **703** (1) (가) (2) 질산 이온(NO_3^-) **704** 산성화, 적조 **705** ㄴ, ㄷ **706** (1) ㉢ (2) ㉡ (3) ㉠ **707** 종자 은행

701 (1) 유전자 재조합 기술은 전통적인 육종 방법과 달리 원하는 신품종을 정확하고 빠른 시간에 얻을 수 있으며, 다양한 품종 개발이 가능하다.

702 (1) 유전자 재조합 기술은 어떤 생물의 특정 유전자를 다른 생물의 유전자에 넣어 원하는 형질을 가진 새로운 품종을 개발하는 것이다.
(2) 유전자 재조합 기술을 이용하여 새로이 개발된 생물을 유전자 변형 생물(GMO)이라고 한다.

703 (1) (가)는 질소 고정 작용, (나)는 질소 동화 작용, (다)는 탈질소 작용이다.
(2) 암모늄 이온과 질산 이온(물질 ㉠)은 식물로 흡수되어 단백질 합성에 쓰인다.

704 화학 비료의 과다 사용은 토양의 산성화를 유발하며, 토양 속 화학 비료가 빗물에 씻겨 하천을 부영양화시켜 적조 현상을 유발할 수 있다.

705 먹이 그물이 복잡할수록 다양한 생물 종이 존재하므로 생물 종 다양성은 높아진다.

706 생물 다양성은 생물 종, 생물이 지닌 유전자, 생물이 서식하는 생태계가 다양하게 존재하는 것이다.

707 생물 종의 종자를 수집해서 보존하는 곳은 종자 은행이다.

내신 분석 기출문제 pp.172~177

708 인위적 선별 육종(분리 육종) **709** ② **710** ②, ⑤ **711** ⑤ **712** ③ **713** ③ **714** ③ **715** ㄷ, ㄹ **716** ② **717** 해설 참조 **718** ⑤ **719** ④ **720** ① **721** ② **722** ⑤ **723** ① **724** ② **725** ③ **726** ④ **727** ②, ④ **728** ② **729** ④ **730** ③ **731** 승휘, 영한 **732** ③ **733** ① **734** ③ **735** ⑤

708 야생 옥수수인 티오신테는 5,000~10,000년에 걸친 인위적 선별 육종(분리 육종)을 통해 오늘날의 옥수수로 품종 개량되었다.

709 전통적 육종은 인위적으로 서로 다른 품종을 교배시켜 나온 자손 중에서 유용한 형질을 가진 개체를 선별하는 방법으로, 통일벼, 빵밀, 금싸라기 참외, 참다래 제시골드가 전통적 육종에 의한 품종이다. 유전자 재조합 기술에 의한 육종은 한 생물이 가지고 있는 유용한 유전자를 다른 생물에 삽입하여 원하는 형질을 가진 새로운 품종을 만드는 방법으로, 잘 무르지 않는 토마토, 제초제 저항성 콩, 백신 토마토, 황금쌀, 항생제 내성 담배가 유전자 재조합 기술을 이용한 품종이다.
[오답피하기] ④ 슈퍼 씨앗은 지구와 전혀 다른 우주 환경에 노출시켜 돌연변이를 유발함으로써 새로운 품종을 개발하는 방법인 우주 육종에 의해 만들어진 것이다.

710 유전자 변형 생물(GMO)은 Genetically Modified Organism의 약자로, 유전자 재조합 기술을 이용해 새로운 유전자가 삽입되어 만들어진 생물체이다.
② 교배에 의해 필요한 유전자를 찾아 나가는 방식은 전통적 육종 방법이다.
⑤ 제초제에 죽지 않는 콩, 잘 무르지 않는 토마토는 유전자 변형 생물(GMO)의 예에 해당하지만, 빵의 원료인 빵밀은 인위적 교배를 통한 전통적 육종 방법에 의해 만들어진 품종이다.
[오답피하기] ① 자연적으로 교배가 불가능한 생물의 유전자를 도입하여 만들 수 있다.
③, ④ 유전자 변형 생물(GMO)을 만들 때 특정 유전자를 골라 자르고, 운반체 DNA에 붙여 변형할 생물체의 세포 속에 직접 넣어 주는 유전자 재조합 기술이 이용된다.

711 (가)는 인위적 교배와 선별을 통한 전통적 육종 방법이고, 그 예로 빵밀, 통일벼 등이 있다. (나)는 특정 유전자를 다른 생물에 삽입하여 원하는 품종을 얻는 유전자 재조합 기술을 이용한 품종 개량 방법이다. 유전자 재조합 기술을 이용하면 인위적 교배와 선별을 했을 때보다 빠른 시간 안에 원하는 결과를 얻을 수 있다.

오개념 피하는 노하우

전통적인 작물 육종과 유전자 재조합 기술을 이용한 작물 육종은 모두 유전자를 재조합한다는 측면에서 같은 원리가 적용된다. 그러나 전통적인 작물 육종은 인위적인 교배와 선별을 통해 우연히 희망하는 특성을 가진 자손이 나오길 기대해야 하므로 시간이 오래 걸리지만, 유전자 재조합 기술을 이용하면 원하는 유전자를 가진 작물을 정확히 빠르게 생산해 낼 수 있다는 점에서 차이가 있다.

712 (가)는 전통적인 방법에 의한 육종이고, (나)는 유전자 재조합 기술을 이용한 육종이다.
ㄷ. (나)는 재래 품종 A에 유용한 유전자가 도입된 것이지 염색체가 도입된 것이 아니다. 따라서 새로운 품종의 체세포 1개당 염색체 수는 재래 품종 A와 같다.
[오답피하기] ㄱ. (가)는 재래 품종 A와 B를 교배하여 다양한 잡종 집단을 만들고, 이 잡종 집단에서 원하는 품종을 선별하므로 (가)는 인위적 교배를 통한 전통적 육종 방법이다.

ㄴ. 생명 공학 기술인 유전자 재조합 기술이 이용되는 육종 방법은 (나)이다.

713 ㄱ. 플라스미드는 세균의 세포질에 있는 원형의 DNA로, 세균의 염색체와 별개로 존재하며 자기 복제가 가능하다. 세균의 플라스미드에 유용한 유전자를 삽입하여 재조합 플라스미드를 만들고, 이것을 식물 세포에 삽입하면 유용한 유전자가 식물 세포 안으로 들어간다. 따라서 세균의 플라스미드는 유전자의 운반체로 사용되었다.
ㄴ. 식물 ㉠은 유전자 변형 생물(GMO)이며, 유전자 변형 생물을 만들 때 DNA를 자르고 붙이는 유전자 재조합 기술이 사용된다.
[오답피하기] ㄷ. 유용한 유전자는 식물 ㉠과 교배가 불가능한 생물 종에서도 얻을 수 있다.

714 ㄱ. 재조합 플라스미드를 가진 아그로박테리움이 옥수수의 세포에 감염되면 재조합 플라스미드는 옥수수 세포 내로 이동하여 염색체에 끼어 들어간다.
ㄴ. 아그로박테리움의 플라스미드는 작은 고리 모양의 DNA이며, 세포벽을 통과할 수 있으므로 유전자의 운반체로 사용된다.
[오답피하기] ㄷ. 형질 전환 옥수수는 해충에 치명적인 독성 물질을 만들기 때문에 해충이 이 옥수수를 먹으면 대부분 죽게 된다.

오개념 피하는 노하우

형질 전환이란 원래 없던 유전자를 갖게 되어 새로운 형질이 나타나는 것을 의미한다. 형질 전환 옥수수는 해충에 치명적인 독성 유전자를 갖게 되어 독성 물질을 생산함으로써 해충이 형질 전환 옥수수를 먹지 않게 한다.

715 플라스미드에 유용한 유전자를 삽입하는 기술은 유전자 재조합 기술이다. 유전자 재조합 기술에 의해 제초제 저항성 콩, 황금쌀이 생산되었다. 황금쌀은 유전자 재조합 기술에 의해 베타카로틴 성분을 강화한 쌀이다.
[오답피하기] ㄱ, ㄴ. 통일벼는 인위적 교배에 의한 전통적 육종, 슈퍼 씨앗은 우주 육종에 의해 생산된 품종이다.

716 ㄱ. (가)에서는 물이 적어도 잘 자라지만 수확량이 적은 벼 품종과 물이 많이 필요하나 수확량이 많은 벼 품종을 인위적으로 교배하여 다양한 잡종 집단을 얻고, 이중에서 물이 적은 곳에서도 잘 자라고 수확량이 많은 벼 품종을 선별하여 물이 적어도 잘 자라고 수확량이 많은 벼 품종을 개발한다. 따라서 (가)는 인위적 교배를 통한 전통적 육종 방법이다.
ㄴ. (나)에서는 병에 약하나 맛이 좋은 벼 품종에 병에 강한 배추의 유전자를 삽입하여 병에 강하고 맛이 좋은 벼 품종을 얻는다. 이와 같이 (나)에서는 서로 다른 종인 벼와 배추 사이에서도 유전자 조합이 가능하다.
[오답피하기] ㄷ. (나)에서는 벼 품종에 배추의 유전자를 삽입한 것이므로 새로운 품종은 기존 벼 품종에 없던 형질을 얻은 벼 품종이다.

717 질소는 단백질과 유전 물질인 DNA 등 핵산의 구성 성분이므로, 질소의 양이 부족하면 식물에 필요한 단백질과 핵산을 합성할 수 없어서 식물이 잘 자랄 수 없다.
모범답안 질소는 식물의 생장에 필요한 단백질과 핵산(DNA, RNA) 합성에 필요한 성분이기 때문이다.

채점 기준	배점
식물의 생장에 질소가 필요한 까닭을 단백질, 핵산의 합성에 필요하기 때문이라고 옳게 서술한 경우	5점
식물의 생장에 질소가 필요한 까닭을 질소 동화 작용에 필요하기 때문이라고만 서술한 경우	2점

718 ⑤ 대기 중의 질소 분자는 매우 안정된 기체이므로 쉽게 분해되지 않아 식물이 직접 이용할 수 없다.
[오답피하기] ①, ④ 식물은 질산 이온, 암모늄 이온과 같이 이온 형태로 물에 녹아 있는 무기 질소 화합물을 뿌리를 통해 흡수하여 단백질이나 핵산을 만드는 데 이용한다.
② 뿌리혹박테리아는 대기 중의 질소를 무기 질소 화합물인 암모늄 이온으로 고정하며, 이를 콩과식물이 이용한다.
③ 식물은 흡수한 무기 질소 화합물인 질산 이온을 이용하여 단백질 또는 핵산을 합성하는데, 이를 질소 동화 작용이라고 한다.

719 공기 중의 질소(N_2) 분자는 매우 안정된 기체이므로 식물이 직접 이용할 수 없고, 아질산 이온(NO_2^-)은 독성이 있어 식물이 흡수하지 않는다. 식물은 주로 질산 이온(NO_3^-)과 암모늄 이온(NH_4^+) 형태로 뿌리를 통해 질소 성분을 흡수한다.

720 ㄱ. (가)는 뿌리혹박테리아와 같은 질소 고정 세균에 의해 대기 중의 질소가 식물이 흡수할 수 있는 형태로 고정되는 과정이고, (다)는 탈질소 세균에 의해 질산 이온이 대기 중의 질소로 되돌아가는 탈질소 과정이다. 이와 같이 (가)와 (다)에는 모두 세균이 관여한다.
[오답피하기] ㄴ. 대기 중의 질소(N_2) 분자는 질소 원자 두 개가 3중 결합($N\equiv N$)을 이루고 있으며, 이 결합은 매우 강력하여 식물이 끊을 수가 없다. 따라서 식물은 대기 중의 질소를 직접 이용할 수 없고 흙 속에 녹아 있는 암모늄 이온이나 질산 이온을 흡수하여 단백질을 합성한다.
ㄷ. 하버–보슈의 암모니아 합성법은 물을 전기 분해하여 얻은 수소와 공기 중의 질소로 촉매를 이용하여 암모니아를 합성하는 것이다. (가) 과정이 하버–보슈의 암모니아 합성법을 이용해 화학 비료를 만드는 과정에 포함된다. (나) 과정은 질화 세균에 의해 질소가 산화되는 과정이다.

721 ㄴ. B 과정은 화학 비료에서 질소를 얻는 것으로, 식물은 이 질소를 이용하여 핵산이나 단백질 등을 합성한다.

[오답피하기] ㄱ. 식물은 A 과정(대기 중의 질소 기체를 흡수)을 통해서는 질소 분자를 직접 이용할 수 없다.
ㄷ. C 과정은 토양 미생물의 분해 작용이며, 뿌리혹박테리아는 질소 고정을 한다.

722 ⑤ 질소 비료는 퇴비와 같은 유기질 비료보다 짧은 시간 동안 토양에 공급되어도 작물의 생장량을 크게 증가시킬 수 있다.
[오답피하기] ①, ②, ④ 하버는 물을 전기 분해하여 얻은 수소와 공기 중의 질소로 암모니아를 합성하는 방법을 개발하였고, 보슈는 촉매를 이용하여 낮은 온도에서 암모니아를 합성하는 데 성공하였다. 하버-보슈의 암모니아 합성법으로 암모니아를 값싸게 대량으로 합성할 수 있게 되었다.
③ 질소 비료를 과다 사용하면 토양이 산성화되고, 하천의 부영양화로 적조 현상이 발생할 수 있다.

723 ① 질소 비료를 과다 사용하면 토양 속의 질소 비료 성분이 빗물에 씻겨 내려가 하천에 질산 이온(NO_3^-)의 농도가 높아지는 부영양화가 초래된다. 그 결과 식물성 플랑크톤이 급격히 증가하여 적조 현상이 나타난다.
[오답피하기] ② 질소 영양분의 증가로 토양이 산성화되면 세균의 생장이 억제되므로 종 다양성이 감소될 수 있다.
③ 대기 중에 질소(N_2) 기체가 아닌 질소와 산소가 결합한 이산화질소 기체를 증가시켜 대기를 온난하게 한다.
④ 토양이 산성화되면 토양 속 미생물의 번식률이 감소한다.
⑤ 질소 비료는 질산 이온(NO_3^-)의 형태로 토양에 공급되는 것이다.

724 식품 첨가물은 원재료를 이용하여 가공할 때, 맛, 향, 색 등을 좋게 하거나 오래 보존하기 위하여 사용하는 물질이다. 따라서 이미 만들어 놓은 식품에 첨가하는 것은 식품 첨가물이라고 할 수 없다.

오개념 피하는 노하우
소금은 음식의 맛도 내지만 식품의 변질을 막아 오랫동안 보관하기 위해 첨가하는 것으로 식품 첨가물에 속한다.

725 ㄱ. ㉠에 들어 있는 발색제는 시각적인 효과를 높이기 위한 식품 첨가물이다.
ㄷ. ㉠~㉢에 모두 들어 있는 보존제는 식품의 저장 기간을 연장하기 위한 식품 첨가물이다.
[오답피하기] ㄴ. ㉡과 ㉢에 들어 있는 산화 방지제는 실온에서 식품 속 물질이 공기 중의 산소와 결합하는 자동 산화를 억제하는 화합물이므로 식품의 저장 기간을 연장할 수 있다.

726 식품 안정성을 지키기 위하여 가공식품 제조회사는 반드시 소비자의 판단을 돕기 위해 원재료의 원산지와 가공 과정에 사용된 각종 식품 첨가물, 제조 일자 및 유통 기한을 제품마다 표기해야 한다. 또한 유전자 재조합 작물을 이용한 식품 안전성에 대한 논란이 있어 유전자 재조합 작물을 3% 이상 사용한 식품에 대하여 표시를 해 주어야 한다.
④ 생산 라인의 기계화 정도는 가공식품의 안전성과는 비교적 거리가 멀기 때문에 가공식품에 반드시 표기하지는 않는다.

727 ②, ④ 유전자 재조합 기술로 만들어진 유전자 재조합 작물이나 가축을 원료로 이용한 것을 유전자 재조합 식품이라고 한다. 유전자 재조합 식품은 포장지 겉면에 그 사실을 표시하는 의무 표시제를 시행하여 소비자들이 알고 선택할 수 있도록 하고 있다.
[오답피하기] ①, ③ 유전자 재조합 식품의 안전성은 아직까지 확실히 입증되지 않았으며, 우리나라에서는 유전자 재조합 작물인 옥수수, 콩의 수입을 허용하고 있다.
⑤ 유전자 변형 작물이 3% 이상 섞여 있으면 '유전자 재조합 작물(식품)' 이라고 겉면에 표기해야 한다.

728 ㄱ. 환경이 변화된 후 이 생태계에 억새, 싸리, 두꺼비, 매, 제비, 여치와 같은 생물 종이 살게 되었으므로 환경 변화에 의해 종 다양성이 증가하였다고 볼 수 있다.
ㄴ. 생태계의 구성 요소 중 A는 사체, 배설물 등의 유기물을 무기물로 분해하는 분해자이다.
[오답피하기] ㄷ. 제비는 1차 소비자인 여치 또는 메뚜기를 잡아먹는 2차 소비자이다.

729 ㄱ. 생태계에서 물질은 먹이 사슬을 따라 이동하며 순환하지만, 에너지는 먹이 사슬을 따라 이동하다가 열에너지 형태로 생태계 밖으로 방출되므로 순환하지 않는다.
ㄴ. 피식자인 메뚜기의 개체수가 감소하면 포식자인 개구리의 개체수도 감소할 것이다.
[오답피하기] ㄷ. 무기물을 유기물로 합성하는 작용인 광합성을 하는 생물은 생산자인 갈대이다.

730 ㄱ. 서식지가 (가)에서 (나)로 분할되면서 가장자리 면적은 증가하고, 내부 면적은 감소하였다. 따라서 $\frac{\text{내부 면적}}{\text{가장자리 면적}}$의 값은 (가)>(나)이다.
ㄴ. 서식지가 (가)에서 (나)로 분할되면서 생물 종 E가 사라졌으므로 서식지가 분할되면 생물 종 다양성이 감소됨을 알 수 있다. 이와 같이 서식지가 분할되면 생물 개체군의 서식지 면적이 줄어들어 멸종될 수 있으며, 그 결과 생물 종 다양성이 감소한다.
[오답피하기] ㄷ. 서식지가 (가)에서 (나)로 분할되면 가장자리에 서식하는 생물 종 수는 변화 없고, 내부에 서식하는 생물 종 수는 감소하였다.

731 생물 다양성은 생태계 다양성, 생물 종 다양성, 유전적 다양성을 모두 포함한다.
[오답피하기] 지구 상에 생물 종 수가 많은 것을 생물 종 다양성이라고 하며, 생물 종 다양성이 높아지면 먹이 사슬이 다양하고 복잡하므로 생태계의 평형은 쉽게 깨지지 않는다. 같은 종 내에서 유전자 변이가 일어나 다양한 유전자가 존재하게 되는 것을 유전적 다양성(유전자 다양성)이라고 한다.

732 ㄷ. 개구리는 피식자, 뱀은 포식자이다. 개구리의 포식자인 뱀의 수가 감소하면 개구리는 뱀에게 덜 잡아먹히므로 개체수가 증가한다.

[오답피하기] ㄱ. 세균과 곰팡이는 생물의 사체나 배설물을 분해하는 생물인 분해자이다. 생산자는 광합성을 하여 유기물을 합성하는 생물인 식물이다.

ㄴ. 족제비는 토끼가 사라져도 다람쥐, 개구리, 쥐, 두더지를 먹이로 할 수 있기 때문에 멸종될 가능성이 낮다.

733 ㄱ. 생물 종 다양성은 지구 상에 존재하는 종들이 다양하게 존재하는 것을 말한다. (가)에 서식하는 생물 종 수는 11종, (나)에 서식하는 생물 종 수는 4종이다. 따라서 생물 종 다양성은 (가)가 (나)보다 높다.

[오답피하기] ㄴ. 생태계 (가)는 (나)보다 먹이 사슬이 다양하고 복잡하므로 어떤 한 종의 생물이 사라지더라도 다른 종이 대체할 수 있기 때문에 생태계 평형이 쉽게 깨지지 않는다.

ㄷ. (가)에서 피식자인 뒤쥐가 사라져도 포식자인 수리부엉이는 뒤쥐 대신에 참새, 생쥐, 오리, 도요새를 잡아먹을 수 있으므로 멸종될 가능성이 낮다.

734 ③ (다)는 생태계 다양성으로, 지구 상에 습지, 초원, 삼림 외에도 사막, 바다, 갯벌 등과 같이 다양한 생태계가 있다.

[오답피하기] ① (가)는 유전적 다양성으로, 토끼 개체군에서 토끼들이 유전적으로 얼마나 다른지를 나타낸 것이다.

② (나)는 종 다양성으로, 초원 생태계가 안정적으로 유지되기 위해서는 종 다양성이 높아야 한다.

④, ⑤ 생물 다양성이란 지구 상에 존재하는 모든 생명체를 뜻한다. 즉, 다양한 형질을 가진(유전적 다양성) 여러 종들이 존재하는(생물 종 다양성) 여러 가지 유형의 생태계(생태계 다양성)가 생태계의 특성에 맞는 역할을 수행하여 지구 전체를 유지하는 것을 생물 다양성이라고 한다.

자료분석 노하우

생물 다양성은 지구 상에 존재하는 모든 생명체를 뜻하는 것으로, 유전적 다양성, 생물 종 다양성, 생태계 다양성을 모두 포함한다.

735 종자 은행은 여러 종류의 종자를 장기간 저장하여 품종을 보존하고 필요한 사람에게 제공하는 기관이며, 우리나라는 2006년 국립농업유전자원센터를 건립하여 토종 유전자원은 물론 전 세계 각지의 유전자원을 확보하기 위해 노력하고 있다.

⑤ 종자 은행은 식물을 가장 쉽고 경제적이며 확실하게 보존할 수 있는 곳으로 저온, 저습 상태에서 종자를 보관한다.

내신 완성 1등급문제

pp.178~179

736 ⑤ **737** ⑤ **738** ⑤ **739** ⑤ **740** ① **741** ① **742** 해설 참조 **743** 해설 참조 **744** 해설 참조

736 (가) 유용 유전자를 $1 \sim 2\mu m$의 미세한 금속(텅스텐 또는 금 입자)에 코팅하는 과정이다.

(나) 고압 가스를 이용하여 금 입자를 식물 세포를 향해 쏘면 유용 유전자가 식물 세포 내의 염색체로 끼어 들어간다.

(다) 식물 세포를 증식 · 분화하여 완전한 개체로 만드는 과정인 조직 배양(세포 배양) 기술이 이용된다.

오개념 피하는 노하우

■ **조직 배양(세포 배양) 기술**

세포를 여러 가지 영양분과 호르몬이 첨가된 영양 배지에서 인공적으로 배양하는 기술을 조직 배양(세포 배양)이라고 한다. 특히 식물체의 세포나 조직의 일부분을 분리하여 영양 배지에 넣어 두면 세포 분열이 일어나면서 조직과 기관으로 분화하여 하나의 개체가 된다. 따라서 한 개체로부터 똑같은 형질을 가진 개체를 대량으로 번식시킬 수 있다.

737 (가)는 전통적 육종 방법이고, (나)는 유전자 재조합 기술을 이용한 육종 방법이다. Bt 유전자는 사람에는 해가 없지만 곤충에 대해서는 독소를 나타내는 단백질(Bt 단백질)을 만드는 유전자이다.

738 ㄱ. 과정 A는 흙 속에 있는 질산 이온(NO_3^-)의 일부가 탈질소 세균에 의해 질소(N_2) 기체가 되어 대기 중으로 돌아가는 탈질소 작용을 나타낸 것이다.

ㄴ. 과정 B는 대기 중의 질소(N_2)가 뿌리혹박테리아와 같은 질소 고정 세균에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 고정되는 질소 고정 작용을 나타낸 것이다.

ㄷ. 과정 C는 고압 상태에서 촉매를 이용해 질소와 수소를 반응시켜 암모니아를 대량으로 합성하는 과정으로, 이와 같은 과정에 의해 만들어진 질소 비료는 작물의 생장량을 증가시켜 식량 증산에 크게 기여하였다.

739 ㄱ. 생태계의 생물적 요소에는 생산자, 소비자, 분해자가 있다. A는 암모늄 이온(NH_4^+)을 흡수하여 단백질, 핵산을 합성하고, 소비자에게 질소를 전달하므로 생산자이다. B는 배설물, 사체를 분해하므로 분해자이다.

ㄴ. 과정 ㉠에서 질소 고정 세균인 뿌리혹박테리아가 대기 중의 질소를 고정한다.
ㄷ. A는 생산자이며, 생산자는 흡수한 질산 이온(NO_3^-)을 단백질, 핵산을 합성하는 질소 동화 작용에 이용한다.

740 ㄱ. 애벌레는 생산자인 식물을 먹이로 하므로 1차 소비자이다.
[오답피하기] ㄴ. 생태계에서 에너지는 먹이 사슬을 따라 이동하는데, 개구리와 쥐는 먹이 사슬로 연결되어 있지 않기 때문에 개구리는 쥐로부터 에너지를 얻지 않고 애벌레로부터 얻는다.
ㄷ. 식물 → 나비 → 거미 → 꿩 순으로 먹이 사슬이 연결되어 있으므로 포식자인 꿩의 개체수가 감소하면 꿩의 피식자인 거미의 개체수가 증가하므로 거미의 피식자인 나비의 개체수는 감소한다.

741 ㄷ. 종 다양성이 높을수록 생태계는 안정적으로 유지된다.
[오답피하기] ㄱ. A는 지구 상에 존재하고 있는 다양한 생태계를 의미하는 생태계 다양성이다. 한 생태계 내에서 생물 종의 다양한 정도는 생물 종 다양성을 의미한다.
ㄴ. (나)에서 같은 종에 속하는 곤충들의 염색체 수는 같으며, 개체 간의 등 무늬와 색깔 차이는 개체마다 지닌 유전자가 다르기 때문이다. 즉, (나)는 유전적 다양성에 해당한다.

742 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

유전자 재조합 기술에 의해 생산된 유전자 재조합 작물의 생산 과정을 이해하고, 전통적 육종 방법과 비교할 수 있어야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ **유전자 재조합 기술이란 무엇인가?**
→ 어떤 생물의 유용한 유전자를 다른 생물체에 삽입하는 기술이다.
❷ **GMO란 무엇인가?**
→ Genetically Modified Organism의 약자로 유전자 변형 생물이라고 한다.

답안작성 키워드 유전자 선택, 품종 개량 시간 단축

모범답안 유전자 재조합 기술은 특정 유전자를 선택하여 서로 다른 종류의 생물에 직접 넣어 주므로 품종 개량에 걸리는 시간을 단축할 수 있다.

유사답안 인위적 교배를 이용한 품종 개량은 비슷한 유형의 생물들의 유전자를 섞는 과정으로 여러 번의 교배 과정을 거쳐야 하므로 시간과 비용이 많이 들지만, 유전자 재조합 기술은 특정 유전자를 골라 직접 넣어 주는 방식이므로 정확하고 빠르다.

채점 기준	배점
유전자 재조합 기술에 의한 신품종 개발이 인위적 교배를 이용한 품종 개량에 비해 어떤 장점이 있는지 옳게 서술한 경우	10점
유전자 재조합 기술에 의한 신품종 개발이 인위적 교배를 이용한 품종 개량에 비해 어떤 장점이 있는지를 서술하였으나 다소 부정확한 경우	5점
유전자 재조합 기술에 의한 신품종 개발과 인위적 교배를 이용한 품종 개량의 차이만 서술한 경우	3점

743 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

하버가 적절한 조건에서 암모니아 합성을 성공시켜 질소 비료가 대량 공급되었음을 이해하고, 식물의 질소 이용에 대해 파악해야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ **하버의 암모니아 합성 성공이 갖는 의미는 무엇인가?**
→ 암모니아를 합성하여 질소 비료를 값싸게 대량 공급함으로써 식량 증산에 기여하였다.
❷ **식물의 생장에 질소가 필요한 이유는 무엇인가?**
→ 식물의 생장에 필요한 단백질과 핵산의 성분 중 하나가 질소이기 때문이다.

답안작성 키워드 질소, 단백질, 핵산

모범답안 질소, 식물의 생장에 필요한 단백질과 핵산을 합성하는 데 이용된다.

채점 기준	배점
질소를 제시하고, 질소가 단백질과 핵산 합성에 필요한 재료로 이용된다는 측면에서 식물의 생장에 어떻게 이용되는지를 옳게 서술한 경우	7점
질소를 제시하고, 질소가 식물의 생장에 어떻게 이용되는지를 다소 부정확하게 서술한 경우	5점
질소만 제시한 경우	3점

744 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

생물자원으로서의 생물의 가치를 이해하고 생물자원을 보존하기 위해 반드시 해야 할 과제를 알아야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ **생물자원이란 무엇인가?**
→ 인간에게 의식주에 필요한 각종 자원을 제공해 주는 생물들을 말한다.
❷ **생물자원으로서 생물이 지니고 있는 가장 중요한 원천은 무엇인가?**
→ 각 생물이 가지고 있는 유전자이다.
❸ **생물 다양성이란 무엇인가?**
→ 생태계 내에 존재하는 생물의 다양한 정도를 의미한다. 즉, 생물이 지닌 유전적 다양성, 지구 상에 존재하는 생물 종 다양성, 생물이 서식하는 생태계 다양성을 총체적으로 가리키는 말이다.

답안작성 키워드 유전자, 생물 다양성

모범답안 다양한 생물의 유전자가 손실되지 않고 생물 다양성이 유지되도록 보호해야 한다.

유사답안 생태계의 파괴로 인한 생물 종 수의 감소는 생물자원의 손실을 의미하므로 반드시 생물 다양성이 감소되지 않도록 해야 한다.

채점 기준	배점
지구 상의 생물을 유용한 자원으로 활용하기 위해 생물 다양성이 유지되어야 한다고 옳게 서술한 경우	7점
지구 상의 생물을 유용한 자원으로 활용하기 위해 많은 생물 종이 보호되어야 한다고 서술하였으나 '생물 다양성'을 언급하지 않은 경우	5점
지구 상의 생물을 유용한 자원으로 활용하기 위해 생태계를 보호해야 한다고 서술하였으나 '생물 다양성'을 언급하지 않은 경우	3점

16 | 과학적 건강 관리

핵심 문제로 개념 마무리 p.181

745 (1) 4, 9 (2) 기억 **746** (1) ○ (2) × (3) × **747** ㉠ 동화, ㉡ 흡수, ㉢ 이화, ㉣ 방출 **748** ㄷ **749** 백신 **750** (1) ㉢ (2) ㉠ (3) ㉡ **751** A : 친유성, B : 친수성

745 (1) 탄수화물과 단백질은 1g당 4kcal, 지방은 1g당 9kcal의 열량을 낸다.
(2) 동일한 항원이 2차 침입하면 항원을 기억하는 기억 세포 때문에 잠복기 없이 신속하게 많은 양의 항체가 생성된다.

746 (2) 수돗물의 정수 과정에서 백반과 같은 약품을 넣어 미세 물질을 응집시킨다. 물속의 병원성 미생물을 살균하기 위해서는 염소를 투입한다.
(3) 최초의 합성 의약품인 아스피린은 아세틸살리실산의 상품명이다.

747 물질대사는 생물체 내에서 일어나는 화학 반응으로, 동화 작용과 이화 작용으로 구분된다. 동화 작용은 저분자 물질을 고분자 물질로 합성하며 에너지를 흡수한다. 이화 작용은 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하며 에너지를 방출한다.

748 바이러스는 세포 구조를 가지고 있지 않으며, 유전 물질인 DNA와 RNA 중 하나를 가진다.

749 백신을 접종하면 병원체에 대한 기억 세포가 형성되므로, 실제 병원체가 침입했을 때 기억 세포의 작용에 의해 신속하게 다량의 항체를 생성하므로 병에 걸리지 않게 된다.

750 수돗물의 정수 과정에서 여과지는 남아 있는 미세 물질을 자갈, 숯, 모래 등에 통과시켜 걸러 낸다. 침사지는 모래, 흙 등과 같이 크기가 큰 불순물을 가라앉힌다. 염소 소독실은 소독을 위해 염소를 투입한다.

751 계면 활성제는 비누와 합성 세제의 주성분으로, 기름과 친한 친유성 부분(A)과 물과 친한 친수성 부분(B)으로 나눈다.

내신 분석 기출문제 pp.182~187

752 ㄴ, ㄷ **753** ③ **754** 해설 참조 **755** ① **756** ②
757 ⑤ **758** ③ **759** ⑤ **760** ③ **761** ㄱ, ㄷ **762** ㄱ, ㄴ
763 ㄴ **764** ⑤ **765** ④ **766** ② **767** ㄱ, ㄴ, ㄷ **768** ④
769 ② **770** ⑤ **771** ④ **772** ④ **773** ③ **774** ③ **775** ②
776 ② **777** ④ **778** 페니실린

752 ㄴ. 몸을 구성하는 비율이 가장 높은 B는 물이다. 물은 영양소, 노폐물, 호르몬 등을 운반하며, 비열과 기화열이 커서 체온 조절 및 체온 유지에 중요한 역할을 한다.
ㄷ. 음식물을 통해 섭취된 탄수화물은 체내에서 주된 에너지원으로 사용되고, 남은 것은 지방으로 전환되어 복부나 피부 밑에 저장되기 때문에 몸을 구성하는 비율이 매우 낮다.
[오답피하기] ㄱ. 항체의 주성분인 A는 단백질이며, 단백질은 1g당 4kcal의 열량을 낸다. 한편, 1g당 9kcal의 열량을 내는 영양소는 지방이다.

753 A는 단백질, B는 탄수화물, C는 무기 염류이다. 단백질, 탄수화물, 지방은 에너지원으로 사용되는 주영양소이고, 무기 염류, 비타민, 물은 에너지원은 아니지만 생리 작용 조절에 필요한 부영양소이다.
ㄱ. A는 기본 단위가 아미노산이므로 단백질이다. 단백질은 효소, 항체의 주성분이다.
ㄴ. B는 탄수화물이고, 탄수화물은 주된 에너지원으로 1g당 4kcal의 열량을 낸다.
[오답피하기] ㄷ. C는 무기 염류로, 무기 염류는 몸의 구성 성분이며 생리 작용 조절에 필요한 부영양소이다.

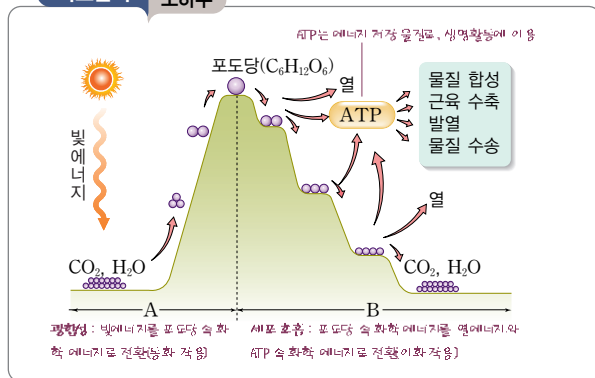
754 A는 지방, B는 단백질, C는 물이다. 이들의 공통점은 인체를 구성하는 성분이라는 것이다.
모범답안 A : 지방, B : 단백질, C : 물, 인체를 구성하는 성분이다.

채점 기준	배점
영양소 A~C를 각각 쓰고, 공통점을 옳게 서술한 경우	5점
영양소의 공통점만 옳게 서술한 경우	3점
영양소 A~C만 각각 제시한 경우	2점

755 ㄱ. 단백질(가)은 근육, 머리카락 등을 이루는 주성분이다.
[오답피하기] ㄴ. 탄수화물(나)은 탄소, 수소, 산소로 이루어진 탄소 화합물이며, 질소는 단백질과 핵산을 이루는 성분 중에 하나이다.
ㄷ. 단백질(가)과 탄수화물(나)은 모두 1g당 4kcal의 열량을 낸다.

756 ㄱ. 그림에서 남자가 여자보다 기초 대사량이 크다. 따라서 여자인 영희보다 남자인 철수의 기초 대사량이 더 크다. 기초 대사량은 사람의 성별, 나이, 키, 체표면적 등에 따라 다르지만, 여자보다 남자가, 노인보다 젊은 사람이, 키가 크고 체표면적이 큰 사람이 더 크다.
ㄴ. 1일 에너지 권장량은 생명을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양인 기초 대사량과 활동에 필요한 에너지양인 활동 대사량을 합한 것이다.
[오답피하기] ㄷ. 철수는 하루에 2,450kcal(410g × 4kcal/g + 90g × 4kcal/g + 50g × 9kcal/g)의 에너지를 얻으므로

1일 에너지 권장량(2,700kcal)보다 적은 에너지를 얻는다. 영희도 하루에 1,870kcal(350g×4kcal/g+50g×4kcal/g+30g×9kcal/g)의 에너지를 얻으므로 1일 에너지 권장량(2,000kcal)보다 적은 에너지를 얻는다.

757 ㄱ. A는 빛에너지를 화학 에너지로 전환하는 과정인 광합성이고, B는 포도당을 분해하여 ATP를 합성하는 과정인 세포 호흡이다. 광합성은 엽록체에서, 세포 호흡은 미토콘드리아에서 일어난다.
ㄴ. 세포 호흡 시 포도당은 효소의 작용에 의해 단계적으로 분해되어 에너지가 조금씩 방출된다.
ㄷ. ATP에 저장된 화학 에너지는 물질 합성, 근육 수축, 발열, 물질 수송 등 생명 활동에 직접적으로 이용된다.

758 ㄷ. 이화 작용(A)에서는 에너지가 방출되고, 동화 작용(B)에서는 에너지가 흡수된다. 그러므로 과정 A와 B에서는 반드시 에너지의 출입이 있다.
[오답피하기] ㄱ. 이화 작용(A)은 모든 생물체에서 일어나며, 대표적인 예로는 소화와 세포 호흡이 있다.
ㄴ. B는 동화 작용이다.

759 ㄴ. 그림의 물질대사는 세포에서 포도당이 완전 산화되어 에너지를 방출하는 과정인 세포 호흡이며, 세포 호흡은 고분자 물질인 포도당을 저분자 물질인 이산화탄소와 물로 분해하는 과정이므로 이화 작용에 해당한다.
ㄷ. 세포 호흡 결과 포도당의 에너지 일부는 ATP에 화학 에너지 형태로 저장되고, 나머지는 열에너지 형태로 방출된다.
[오답피하기] ㄱ. 세포 호흡은 미토콘드리아에서 일어난다.

760 ㄱ. 미토콘드리아에서 일어나는 세포 호흡은 유기물이 분해되면서 에너지가 방출되는 과정이므로 이화 작용이다.
ㄷ. 유기물이 산화되면서 방출된 에너지의 일부는 ATP 형태로 저장되어 생명 활동에 쓰인다.
[오답피하기] ㄴ. 생명 활동에 필요한 에너지 공급원은 유기물인 포도당이다.

761 ㄱ. ㉠은 인산과 인산 사이에 존재하는 고에너지 인산 결합으로 많은 에너지를 저장한다.
ㄷ. ATP가 ADP와 인산으로 분해될 때 방출되는 에너지는 근육 수축, 소리 내기, 체온 유지 등 여러 가지 생명 활동에 이용된다.
[오답피하기] ㄴ. ATP는 염기인 아데닌과 5탄당인 리보스가 결합되어 이루어진 아데노신에 3개의 인산이 결합되어 있으므로, 인산, 당(리보스), 염기(아데닌)가 3 : 1 : 1의 비율로 구성되어 있다.

762 ㄱ, ㄴ. 인플루엔자 바이러스는 유전 물질로 핵산(RNA)을 가지고 있지만 세포 구조를 갖지 않는다.
[오답피하기] ㄷ. 인플루엔자 바이러스는 자신의 효소가 없어 독립적으로 물질대사를 하지 못하며, 살아 있는 숙주 세포 내에서만 물질대사를 하여 개체수를 증식시킨다.

763 ㄴ. 세균(가)은 효소가 있어 독립적으로 물질대사를 한다. 반면, 바이러스(나)는 세포 구조를 갖추고 있지 않으며 효소가 없어 독립적으로 물질대사를 할 수 없기 때문에 살아 있는 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있다.
[오답피하기] ㄱ. 세균(가)은 유전 물질인 핵산(DNA와 RNA)을 갖고 있으며, 바이러스(나)도 유전 물질인 핵산(DNA 또는 RNA)을 갖고 있다.
ㄷ. 항생제는 세균의 세포벽 형성을 방해하여 세균의 증식을 억제하는 의약품이다. 따라서 세균(가)에 의한 질병은 항생제를 사용하여 치료할 수 있으나, 바이러스(나)에 의한 질병은 치료할 수 없다.

통합형 문제 파헤치기

■ **세균**
- 세포의 구조를 갖추고 있고, 세포막이 있다.
- 살아 있는 생물체 밖에서도 스스로 물질대사를 하여 개체수를 늘린다.
- 병원성 세균은 항생제에 의해 생장이 억제된다.

■ **바이러스**
- 생물과 무생물의 중간형으로, 세포의 구조를 갖추고 있지 않다.
- 단백질 껍질과 핵산으로 구성된 결정체이다.
- 살아 있는 생물체 밖에서는 증식을 할 수 없으며, 반드시 살아 있는 생물체(숙주) 내에서만 물질대사를 하여 개체수를 늘린다.
- 항생제에 의해 증식을 억제할 수 없다.

764 ⑤ 피부가 손상되어 병원체가 체내로 침입하면 염증 반응이 일어나 백혈구의 식세포 작용으로 병원체를 제거하게 되는데, 염증 반응은 병원체의 종류를 구별하지 않고 일어나는 선천적 면역 반응이다.
[오답피하기] ① 눈물과 침에는 라이소자임이라는 효소가 들어 있으며, 라이소자임은 세균의 세포벽을 분해하여 세균의 감염을 막아 주는 역할을 한다.
② 피부는 각질화된 표피 세포층이 있어 병원체가 몸 안으로 들

어오지 못하도록 막아 주는 방어벽 역할을 한다.
③ 병원체가 체내에 침입하면 백혈구는 식세포 작용으로 병원체를 세포 안으로 끌어들여 분해한다.
④ 병원체가 체내에서 항원으로 작용하면 림프구의 일종인 B 림프구에서 항체가 만들어지며, 항원-항체 반응으로 항원을 제거한다.

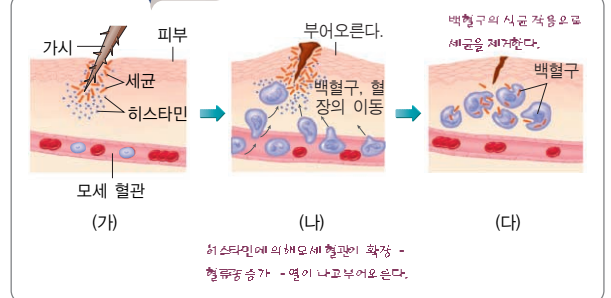
오개념 피하는 노하우

외부에서 침입한 병원체에 대항하는 방어 작용에는 선천적 면역(비특이적 면역)과 후천적 면역(특이적 면역)이 있다. 선천적 면역은 피부, 눈물, 염증 반응, 식세포 작용 등으로 병원체의 종류를 구별하지 않으므로 비특이적 방어 체계지만, 후천적 면역(특이적 면역)은 특정 항원에 대한 항체를 생성하여 특정 항원을 제거하므로 특정 병원체에 선별적으로 작용하는 특이적 방어 체계이다.

765 ㄱ. 항원 X를 인식한 림프구는 증식한 다음 항체 2를 분비하는 세포인 형질 세포와 항원 X를 기억하는 세포인 기억 세포로 분화한다. 따라서 세포 ㉠은 기억 세포이다.
ㄷ. 항원과 항체는 자물쇠와 열쇠처럼 서로의 특정한 짝하고만 결합하는 특이성이 있으므로, 항원 X는 특정 항체(항체 2)하고만 결합한다.
[오답피하기] ㄴ. 항체에 의한 방어 작용은 특정 항원에 대한 반응이므로 특이적 면역이다.

766 ② 6주째에 항원 A를 투여하면 기억 세포가 증식 · 분화하여 다량의 형질 세포를 만들고, 형질 세포에서 다량의 항체가 생성되므로 항체 A의 농도는 2주째보다 훨씬 많이 증가할 것이다.
[오답피하기] ① 한 가지 항체는 한 가지 항원하고만 결합하므로 항원 B와 항원-항체 반응을 일으키는 항체는 항체 B뿐이다.
③ 항원 C를 처음 투여하면 B 림프구가 증식 · 분화하여 형질 세포와 기억 세포를 만들고, 형질 세포에서 항체 C가 만들어진다.
④ 항원 A, B, C를 동시에 투여하기 전에 이 쥐는 항원 A에 대한 기억 세포를 가지고 있었기 때문에 잠복기 없이 항체 A가 다량 만들어진 것이다.
⑤ 4주째 항원 B를 투여한 것은 두 번째이므로 첫 번째 투여하였을 때 생성된 기억 세포의 작용으로 항체 B가 신속히 다량 생성된다.

767 ㄱ, ㄴ. 병원체 X를 주사했을 때 병원체 X에 대한 항체 농도가 증가하는 것은 병원체 X가 항원으로 작용하기 때문이며, 병원체 X를 1차 주사했을 때 항원인 병원체 X를 기억하는 기억 세포가 형성된다.
ㄷ. 병원체 X를 2차 주사했을 때는 1차 주사했을 때 생성된 기억 세포가 빠르게 증식 · 분화하여 형질 세포와 기억 세포를 만들며, 형질 세포가 신속하게 항체를 만든다. 따라서 병원체 X를 1차 주사했을 때보다 2차 주사했을 때 병원체 X에 대한 항체가 빠르게 대량으로 생성된다.

768 ㄱ. 가시에 찔려 손상된 피부 조직에서 히스타민이 방출되며, 히스타민은 상처 부위의 모세 혈관을 확장시켜 혈류량이 증가하도록 한다. 즉, (가) → (나) 과정에서 모세 혈관이 확장되어 혈류량이 증가하며, 이 때문에 상처 부위가 붉게 되고 열이 나며 부어오른다.
ㄷ. (다)에서 모세 혈관 밖으로 빠져나간 백혈구는 상처 부위로 모여들어 식균 작용으로 세균을 제거한다.
[오답피하기] ㄴ. (나)에서 피부가 부어오른 것은 확장된 모세 혈관을 통해 혈장과 백혈구가 빠져나가 상처 부위로 모여들기 때문이다.

769 ③ 자궁 경부암이란 질에서 자궁으로 통하는 자궁 경부에 악성 종양이 형성되는 것으로 바이러스가 원인임이 밝혀져 백신이 만들어졌다. 자궁 경부암에 걸린 적이 없는 사람이 자궁 경부암 백신을 접종받으면 자궁 경부암을 유발하는 바이러스에 대한 기억 세포가 형성되므로 자궁 경부암을 예방할 수 있다.
[오답피하기] ① 파상풍에 대한 면역력은 파상풍 백신만 접종받아도 생긴다.
② 인플루엔자 바이러스 백신을 접종받으면 인플루엔자 바이러스에 맞는 항체만 생성되므로 변이에 의해 나타난 인플루엔자 바이러스에 대한 면역성은 생기지 않는다.
④ 풍진을 앓은 적이 있던 사람은 풍진 바이러스 백신을 접종받지 않아도 풍진 바이러스 항체에 대한 기억 세포를 갖고 있다.
⑤ B형 간염 백신과 파상풍 백신에 의한 면역 작용은 독립적으로 일어난다.

770 물을 정수하는 과정은 침전, 여과, 소독 과정으로 이루어진다.
ㄱ. 침사지에서는 밀도 차를 이용해 모래, 흙 등과 같은 입자의 크기가 큰 이물질을 가라앉힌다.
ㄴ, ㄷ. (가)는 응집제를 넣어 미세한 입자들을 엉기게 하는 응집지이고, 자갈, 모래, 숯 등을 이용하여 미세 물질을 걸러 내는 곳은 여과지이다.

771 • A : 빗물을 받아 며칠 동안 놓아두어 물속의 굵은 입자를 가라앉히는 것은 침사지에서의 작용과 같다.
• B : 두부를 만들 때 간수를 사용하여 엉기게 하는 것처럼 약품 투입실에서 수산화칼슘, 황산알루미늄, 백반 등을 넣어 미

세한 입자를 응집시킨다.
• C : 상처를 소독할 때 아이오딘팅크를 사용하는 것처럼 염소 소독실에서 물속에 염소를 투입하여 소독한다.

772 ④ 염소보다 오존이 살균 효과가 더 뛰어나기 때문에 오존은 염소로는 살균되지 않는 병원균도 살균할 수 있다.
[오답피하기] ① 염소 소독법은 염소(Cl_2) 기체를 사용하여 물을 소독하는 방법이다.
② 염소는 오존보다 살균 효과가 약한 편이지만 물에 잔류하는 시간은 더 길어 소독 효과가 오래 지속된다.
③ 염소 소독법이 사용되기 시작하면서 이질, 장티푸스, 콜레라 등 수인성 전염병에 의한 사망자 수가 크게 감소하였다.
⑤ 염소를 물에 넣으면 염화수소(HCl)와 하이포염소산(HClO)이 생성되고, 하이포염소산(HClO)에 의해 물의 소독 효과가 나타난다.($Cl + H_2O \longrightarrow HCl + HClO$)

오개념 피하는 노하우

■ 물의 소독 방법

구분	염소(Cl_2) 소독	오존(O_3) 및 자외선 소독
장점	• 소독 효과가 오래 지속된다. • 적은 비용	• 강한 살균력 • 냄새가 없다. • 소독 효과가 뛰어나다.
단점	• 자극적인 냄새 • 발암 물질 생성 가능	• 많은 비용 • 지속 시간이 짧아 다시 오염될 수 있다.

773 ㄱ. 계면이란 성질이 다른 두 물질이 서로 맞닿은 경계면이고, 계면 활성제란 계면의 경계를 완화시키는 역할을 하는 물질이다. 비누는 친수성 부분과 친유성 부분이 있어 물과 기름을 섞이게 해 주는 계면 활성제이다.
ㄴ. 비누 분자에서 기름이 있는 쪽인 B는 친유성 부분이고, 물이 있는 쪽인 A는 친수성 부분이다.
[오답피하기] ㄷ. 비누는 기름 성분으로 구성된 때를 세탁하는데 적합하다.

774 ㄱ, ㄴ. 비누는 친수성 부분(A)과 친유성 부분(B)을 모두 가지고 있으므로 계면 활성제이다. 물은 친수성 물질이고, 기름은 친유성 물질이어서 물과 잘 섞이지 않고 층을 이루는데, 비누는 물과 기름이 서로 섞일 수 있도록 해 준다.
[오답피하기] ㄷ. 비누의 친유성 부분은 기름때 쪽으로, 친수성 부분은 물 쪽으로 배열하면서 작은 공 모양의 마이셀이 형성되어 섬유로부터 기름때가 분리된다. C는 마이셀이며, 마이셀의 바깥 부분은 친수성 부분으로 둘러싸여 있어 서로 반발하므로 기름때가 다시 뭉치지 않는다.

775 비누의 주성분인 계면 활성제에는 물과 친한 친수성 부분과 기름과 친한 친유성 부분이 있다. 물에서 비누 분자의 친수성 부분은 물 쪽으로 향하게 되고, 물속의 기름때에는 비누 분자의 친유성 부분이 향하게 되어 마이셀이 형성된다.

776 ② 페니실린은 푸른곰팡이에서 추출한 항생 물질이며, 세균의 세포벽 합성을 억제하여 세균을 죽이는 효능이 있어 세균 감염으로 발생하는 염증 치료에 이용된다. 즉, 페니실린은 최초의 항생제로, 병원성 세균에 의한 질병 퇴치에 효과적이다.

777 ④ (가)는 독일의 제약회사인 바이엘에서 개발한 최초의 합성 의약품인 아스피린이다.
[오답피하기] ①, ② (나)를 먹으면 위에서 가수 분해가 일어나 메탄올이 생성되고 메탄올은 다시 산화하여 독성 물질인 폼알데하이드가 생성되기 때문에 (나)는 먹는 진통제로 사용되지 않고 바르는 소염 진통제로 사용된다. 반면, (가)는 아세트산이 생성되기 때문에 먹는 해열 진통제로 사용된다.
③ (가)를 가수 분해시키면 살리실산과 아세트산이 된다.
⑤ 버드나무 껍질에서 추출한 천연 의약품은 살리실산이다.

오개념 피하는 노하우

아세틸살리실산은 먹는 해열 진통제이고, 메틸살리실산은 바르는 소염 진통제이다.

778 푸른곰팡이에서 추출한 페니실린은 세균의 세포벽 형성을 방해하는 역할을 하기 때문에 세균 감염에 의한 염증 치료에 이용된다.

내신 완성 1등급문제 pp.188~189

779 ④ **780** ④ **781** ③ **782** ② **783** ① **784** ④ **785** 해설 참조 **786** 해설 참조 **787** 해설 참조

779 ㄱ. A는 뷰렛 반응에 의해 검출되는 단백질, B는 탄수화물, C는 수단 Ⅲ 반응에 의해 검출되는 지방이다.
ㄷ. 단백질(A)과 탄수화물(B)은 1g당 4kcal의 열량을 내고, 지방(C)은 9kcal의 열량을 내므로, 같은 양의 A, B, C가 세포 호흡에 각각 이용될 때 생성되는 에너지양은 지방(C)이 가장 많다.
[오답피하기] ㄴ. 단백질(A)은 인체를 구성하는 비율이 약 16%이고 탄수화물(B)은 약 0.6%이다. 따라서 단백질(A)이 탄수화물(B)보다 인체를 구성하는 비율이 높다.

780 ㄴ. 항원-항체 반응은 항체가 항원과 결합하여 항원을 제거하거나 독성을 약화시켜 백혈구의 식세포 작용으로 없애도록 하는 것으로, 항체는 자신을 만들게 한 특정 항원하고만 결합하는 특이성이 있다. 따라서 항체 Ⅱ는 자신을 만들게 한 병원체 Y를 인식하여 항원-항체 반응을 일으킨다.
ㄷ. 백신이란 병원체를 약화시키거나 죽인 것으로, 병원체 X를 이용하여 만든 백신을 접종받으면 인위적으로 1차 면역 반응이 일어나도록 하여 병원체 X에 대한 기억 세포를 만들어 면역이

될 수 있게 한다.

[오답피하기] ㄱ. 하나의 형질 세포에서는 한 종류의 항체가 만들어진다. 따라서 항체 Ⅰ과 Ⅱ는 서로 다른 형질 세포에서 만들어진다.

781 ㄱ. 구간 Ⅰ에서 항원 X를 인식하는 B 림프구가 증식하여 형질 세포와 기억 세포로 분화되며, 형질 세포에서 항원 X와 결합하는 항체 X가 분비된다.

ㄴ. 구간 Ⅰ에서는 항원 X에 대해 1차 면역 반응이 일어나고, 구간 Ⅱ에서는 항원 X에 대해 2차 면역 반응이 일어나 기억 세포의 증식 · 분화로 다량의 형질 세포가 만들어지며 항원 X에 대한 기억 세포도 만든다. 또한 구간 Ⅱ에서는 항원 Y에 대해 1차 면역 반응이 일어나므로 항원 Y에 대한 기억 세포가 형성된다.

[오답피하기] ㄷ. 항원과 항체는 특이성이 있어서 자물쇠와 열쇠처럼 서로의 특정한 짝하고만 결합해야 반응을 일으킨다. 즉, 항원 X는 항체 X하고만, 항원 Y는 항체 Y하고만 항원-항체 반응을 한다.

782 토끼의 체내에서 광견병 바이러스를 증식시켜 다량의 광견병 바이러스를 얻고, 이것의 독성을 제거하여 백신을 얻는다.

ㄴ. 백신은 독성이 제거된 광견병 바이러스이므로, 백신을 접종받으면 1차 면역 반응이 일어나 광견병 바이러스에 대한 항체가 생성된다.

[오답피하기] ㄱ. 토끼의 체내에서는 광견병 바이러스의 수가 증가하며, 항원-항체 반응이 일어나지는 않는다.

ㄷ. 백신은 질병을 예방하기 위한 것으로, 질병을 치료하는 것은 아니다.

통합형 문제 파헤치기

■ **항원-항체 반응과 면역**
- 항원-항체 반응 : 항체가 항원과 결합하여 항원을 제거하거나 그 기능을 약화시키는 반응
- 면역(후천적 면역) : 한 번 침입했던 항원에 대하여 빠르게 항체가 형성됨으로써 저항성을 지니게 되어 같은 병에 다시 걸리지 않게 되는 현상

783 A는 침사지, B는 침전지, C는 염소 소독실이다.

ㄱ. A는 침사지로, 흙이나 모래 등과 같이 크기가 큰 이물질을 가라앉혀 제거하는 곳이다.

[오답피하기] ㄴ. B는 백반과 같은 약품에 의해 응집된 물질을 가라앉혀 제거하는 곳으로, 침전지이다.

ㄷ. C는 염소를 투입해서 물속에 남아 있는 세균을 제거하는 곳으로, 염소 소독실이다.

784 ㄴ. (가)에서 A는 친유성 부분이고 B는 친수성 부분이다. 친수성 부분(B)은 (-)전하를 띠고 있어 극성인 물과 친화력이 크다.

ㄷ. (나)에서 ㉠은 친수성 부분이 바깥쪽으로, 친유성 부분이 안쪽으로 향하는 구형의 콜로이드 입자인 마이셀이다.

[오답피하기] ㄱ. 세포막의 주성분인 인지질의 머리 부분은 친수성, 꼬리 부분은 친유성이다. 따라서 (가)에서 A 부분은 친유성이므로 인지질의 꼬리 부분과 유사한 성질을 갖는다.

785 **서술형 해결전략**

Step 1 문제 포인트 파악

신문 기사의 내용을 통해 슈퍼박테리아가 출현하게 된 원인을 유추해 낼 수 있어야 한다.

Step 2 최신 과학 기사, 자료 내용 파악

어떤 항생제에서도 죽지 않아 전 세계 의학계를 공포에 몰아넣고 있는 내성 황색포도알균(VRSA : 일명 슈퍼박테리아)이 국내에서 처음으로 발견되었다. 국내에서 발견된 VRSA는 지금까지 발견된 것 중 내성이 가장 강하다. 우리나라의 세균은 매우 높은 항생제 내성률을 가지고 있는데, 우리나라의 페니실린 내성률은 70.3%로, 페니실린 내성률이 높은 나라로 꼽히는 헝가리 59%, 남아프리카공화국 45%에 비해서도 월등히 높다.

슈퍼박테리아 → 항생제에 대한 내성이 강하다.

Step 3 관련 개념 모으기

① 항생제란?
→ 세균을 죽이거나 생장을 억제하는 물질로, 세균의 세포벽 형성을 방해하여 세균의 증식을 억제한다.

② 슈퍼박테리아의 특성은?
→ 항생제에 대한 내성이 매우 강하다.

답안작성 키워드 항생제, 오용, 남용

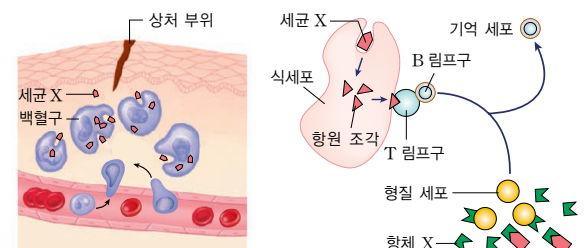
모범답안 항생제를 지나치게 많이 오용 · 남용하여 돌연변이에 의해 항생제에 내성을 가진 세균이 나타나게 되었다.

채점 기준	배점
슈퍼박테리아가 출현하게 된 원인을 항생제의 오용 · 남용, 항생제 내성과 관련지어 옳게 서술한 경우	7점
슈퍼박테리아가 출현하게 된 원인을 항생제 사용과 관련지어 서술하였으나 다소 미흡한 경우	5점

786 **서술형 해결전략**

Step 1 문제 포인트 파악

사람이 세균 X에 감염되었을 때 일어나는 방어 작용을 통해 면역 반응의 종류와 특성을 파악해야 한다.

Step 2 자료 내용 파악

Step 3 관련 개념 모으기

❶ 면역이란?
→ 외부에서 침입한 병원체 또는 물질에 대해 인체가 여러 가지 방법으로 몸을 방어하는 기능이다.

❷ 면역의 종류는?
→ 선천적 면역(비특이적 면역)과 후천적 면역(특이적 면역)이 있다. 선천적 면역(비특이적 면역)은 병원체의 침입과 몸 안에서 병원체 수가 증가하는 것을 막는 단계로, 병원체에 대한 특이성이 없이 일어난다. 후천적 면역(특이적 면역)은 외부에서 침입한 병원체가 자극이 되어 형성되는 방어 체계로, 특정 병원체를 인식하여 선별적으로 파괴하는 특이적 방어 작용이다.

답안작성 키워드 면역, 1차 방어 작용, 2차 방어 작용, 선천적 면역(비특이적 면역), 후천적 면역(특이적 면역)

모범답안 (가)는 1차 방어 작용으로 선천적 면역(비특이적 면역) 반응이고, (나)는 2차 방어 작용으로 후천적 면역(특이적 면역) 반응이다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)의 차이점을 선천적 면역(비특이적 면역)이나 후천적 면역(특이적 면역)과 연관지어 옳게 서술한 경우	7점
(가)와 (나)의 차이점을 서술하였으나 부분적으로 옳지 않은 경우	3점

787 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

정수장에서 수돗물을 만드는 과정의 각 단계를 이해해야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 정수장에서 수돗물을 만드는 과정은?
→ 침사지 → 약품 투입실 → 응집지 → 침전지 → 여과지 → 염소 소독실

❷ 약품 투입실의 역할은?
→ 미세 물질이 엉기도록 약품을 투입한다.

❸ 염소를 투입하는 이유는?
→ 물속의 병원성 미생물을 살균하여 소독하기 위해서이다.

답안작성 키워드 수산화칼슘, 황산알루미늄, 백반, 염소, 미세 물질, 병원성 미생물, 살균

모범답안 (1) (가)에서는 수산화칼슘, 황산알루미늄, 백반 등을, (나)에서는 염소를 투입한다.
(2) (가)는 물속의 미세 물질을 응집시켜 제거하기 위한 것이고, (나)는 병원성 미생물을 살균하여 소독하기 위한 것이다.

문항	채점 기준	배점
(1)	(가)와 (나)에서 투입한 약품의 이름을 옳게 서술한 경우	4점
	(가)와 (나) 중 한 단계에서만 투입한 약품의 이름을 옳게 서술한 경우	2점
(2)	(가)와 (나)에서 약품을 투입하는 목적을 모두 옳게 서술한 경우	6점
	(가)와 (나) 중 한 단계에서만 약품을 투입하는 목적을 옳게 서술한 경우	3점

17 | 첨단 과학과 질병 치료

핵심 문제로 **개념 마무리** p.191

788 (1) 광섬유 (2) 청진기 (3) 초음파 **789** 최고 혈압 : 120mmHg, 최저 혈압 : 80mmHg **790** (1) MRI(자기 공명 영상 장치) (2) CT(컴퓨터 단층 촬영기) **791** (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × **792** 조직 검사 **793** 유전자 치료 **794** 임상 시험

788 (1) 내시경은 광섬유로 만든 삽입관과 렌즈를 체내에 삽입하여 장기의 내부를 직접 관찰할 수 있는 기구이다.
(3) 체내에서 초음파의 투과 속도 차이를 이용하여 내부 기관의 모습을 관찰할 수 있는 기구는 초음파 진단기이다.

789 혈압은 혈액이 동맥의 혈관 벽에 미치는 압력으로, 혈압계로 최고 혈압과 최저 혈압을 측정할 수 있다.

790 MRI와 CT로 신체 내부를 촬영하면 MRI의 경우 장기 내부는 밝게, 뼈는 어둡게 보이고, 뇌의 주름까지 보인다. CT의 경우 장기 내부는 어둡게, 뼈는 하얗게 보이고, 횡단면만 찍힌다.

791 (3) 암이 발생하는 근본적인 원인은 유전자(DNA)의 변화이다.
(4) 암세포가 다른 장기로 전이된 경우에는 수술만으로는 완벽한 치료가 어렵기 때문에 수술 전후에 방사선 치료와 화학 요법을 함께 시행한다.

792 암을 진단하는 방법 중 하나인 조직 검사를 통해 조직을 구성하는 세포의 형태, 크기, 핵의 이상 등을 관찰할 수 있다.

793 유전자 치료는 치료용 유전자 또는 유전자를 넣은 세포를 인체에 투입하는 방법이다.

794 신약 개발 과정은 새로운 후보 물질을 발견하는 연구 개발 단계, 세포 및 동물 실험을 통해 약효와 독성을 실험하는 비임상 시험 단계, 사람을 대상으로 하는 3회에 걸친 임상 시험 단계, 신약 허가 및 특허 출원 단계로 이루어진다.

내신 분석 기출문제 pp.192~197

795 ① **796** ④ **797** ② **798** ㄷ **799** ④ **800** ③ **801** ㄷ
802 ⑤ **803** 해설 참조 **804** ③ **805** ② **806** ① **807** ③
808 ③ **809** ⑤ **810** ③ **811** ⑤ **812** ④ **813** ㄱ, ㄴ, ㄷ
814 ④ **815** ③ **816** ② **817** ㄱ, ㄴ **818** ② **819** ③
820 ③ **821** ⑤ **822** ②

795 ㄱ. (가)는 인체 내부로 보낸 초음파의 투과 속도 차이를 영상화한 초음파 진단기로 얻은 태아의 영상이다.
[오답피하기] ㄴ. (나)는 광섬유로 만든 내시경을 통해 보낸 가시광선의 반사를 이용하여 얻은 위의 내부 영상이다.

ㄷ. (가)를 얻는 데 사용된 진단 장치의 파동 신호인 초음파는 탄성파이고, (나)를 얻는 데 사용된 진단 장치의 파동 신호인 가시광선은 전자기파이다.

796 초음파가 공기에서 인체 내부로 들어갈 때 초음파의 속도가 변하는 것은 굴절하기 때문이다. 초음파가 공기에서 인체 내부로 들어갈 때 초음파의 속도가 변하므로 파장도 변한다. 같은 세기의 초음파를 사용하면, 진동수가 낮을수록 초음파는 인체 내부로 더 깊이 들어갈 수 있다.

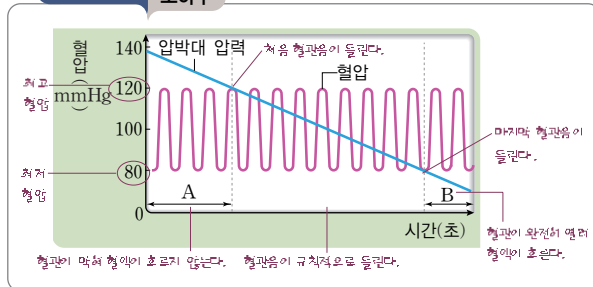
797 ㄴ. 혈압보다 압박대 압력이 계속 높은 상태를 유지하다가 압박대 압력이 최고 혈압보다 낮아지는 순간 혈관이 열려 혈액이 흐르기 시작하면서 처음 혈관음이 들리는데, 이때의 압박대 압력이 최고 혈압이다. 그리고 압박대 압력이 점차 낮아지다가 최저 혈압보다 낮아지는 순간 마지막 혈관음이 들리는데, 이때의 압박대 압력이 최저 혈압이다. 따라서 최고 혈압은 120mmHg이고, 최저 혈압은 80mmHg이다.

[오답피하기] ㄱ. A 구간에서는 압박대 압력이 혈압보다 높기 때문에 혈관이 막혀 있어 혈관음이 들리지 않는다.

ㄷ. B 구간에서는 압박대 압력이 혈압보다 낮다. 이것은 혈관이 완전히 열려 혈액이 평상시처럼 흐른다는 것을 의미한다.

오개념 피하는 노하우

혈압은 좌심실의 수축 · 이완으로 혈액이 혈관 벽에 미치는 압력이며, 동맥에서 나타난다. 따라서 최고 혈압과 최저 혈압은 동맥에서 측정한다.

자료분석 노하우

798 ㄷ. 이 사람의 최고 혈압은 120mmHg, 최저 혈압은 80mmHg이다. 따라서 t_3일 때 최고 혈압은 120mmHg이다.

[오답피하기] ㄱ. t_1일 때 압박대의 압력이 최고 혈압보다 높기 때문에 압박대 안의 혈관은 막혀 있어 혈액의 흐름이 차단되어 있다. 따라서 t_1일 때 청진기를 통해 혈관음은 들리지 않는다.

ㄴ. (나)는 압박대의 압력이 최저 혈압보다 낮아 혈액의 흐름이 원활한 상태이고, t_2일 때는 압박대의 압력이 최저 혈압보다 높아 혈관이 좁아진 상태이다.

799 ㄱ, ㄷ. (가)는 자기장과 고주파를 이용하는 MRI(자기 공명 영상 장치)로서, MRI의 내부 공간에 균일한 자기장이 형성된다. (나)는 X선을 이용하는 방사선 진단기인 CT(컴퓨터 단층 촬영기)이다.

[오답피하기] ㄴ. MRI(가)는 인체 내부를 3차원 입체 영상으로 보여 주지만, CT(나)는 인체 내부를 단층 사진으로 보여 준다.

800 ㄱ. MRI는 자기장과 고주파를 이용하여 체내 수소 원자핵에서 발생하는 신호를 영상화하는 기구이다.

ㄴ. 환자의 위치를 변화시키지 않은 상태에서 원하는 방향에 따라 단면 촬영이 가능하기 때문에 3차원 영상을 얻을 수 있다.

[오답피하기] ㄷ. MRI는 인체에 해가 전혀 없으므로 임신부나 영유아도 안전하게 내부 조직을 촬영할 수 있다.

801 (가)는 적외선, (나)는 초음파를 이용한 것이며, 초음파는 전자기파에 속하지 않는다. 자궁 내 태아(나)는 초음파의 투과 속도 차이를 영상화하여 나타낸 것이다. 초음파 진단기는 갑상샘, 콩팥 등 내장 기관을 검사하는 데 이용된다.

802 내시경은 전반사, 청진기는 소리의 증폭, 심전계는 전기적 신호 변화, 초음파 진단기는 초음파의 투과 속도 차이, CT는 X선의 반사 · 투과 원리를 사용한다.

803 (가)는 두개골이 흰색으로 나타나므로 CT 촬영으로 얻은 영상이며, (나)는 X선의 강한 투과력으로 손의 뼈를 촬영한 것이다.

모범답안 (가)는 CT, (나)는 X선 촬영기로 얻은 영상이며, 두 장치 모두 X선을 이용한다.

채점 기준	배점
이용한 첨단 영상 진단 장치를 각각 쓰고, 공통점을 옳게 서술한 경우	5점
이용한 첨단 영상 진단 장치의 공통점만 옳게 서술한 경우	3점
이용한 첨단 영상 진단 장치만 각각 제시한 경우	2점

804 ③ CT(컴퓨터 단층 촬영기)와 MRI(자기 공명 영상 장치)는 체내 조직을 해부한 듯 여러 장의 단층 사진으로 보여 준다는 공통점이 있다.

[오답피하기] ① MRI는 자기장과 고주파를 이용하고, CT는 X선의 강한 투과력을 이용한다.

② 방사선을 이용하지 않으므로 인체에 해가 없는 것은 MRI이다.

④, ⑤ 환자가 몸속에 금속 물질을 가지고 있으면 진단이 방해받을 수 있고, 환자의 자세가 변하지 않아도 모든 방향과 각도에서 자유롭게 영상을 얻을 수 있는 진단기는 MRI이다.

805 PET(양전자 단층 촬영 장치)는 방사선 동위 원소를 환자의 몸에 넣고, 이 원소에서 방출되는 감마선을 검출하여 영상으로 나타내는 장치이다.

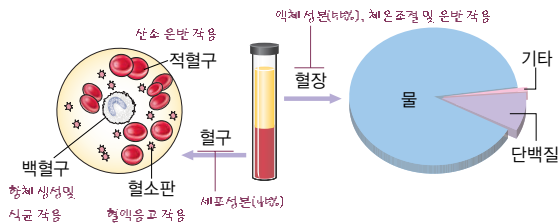
806 ㄱ. 소변에서 포도당이 검출되므로 당뇨병 환자일 가능성이 높다.

[오답피하기] ㄴ, ㄷ. 소변에서 단백질이 검출되지 않았으므로 요 검사지의 단백질 검사에서 음성 반응을 나타낸다. 그리고 단백질이 검출되지 않은 것은 콩팥에서 정상적으로 여과 기능이 일어나 단백질이 여과되지 않았기 때문이다.

807 ㄷ. 이 사람은 혈소판의 수가 정상치보다 적은 15만 개/mm^3로, 혈소판의 수가 적으면 출혈 시 혈액 응고가 지연될 수 있다.
[오답피하기] ㄱ. 총 콜레스테롤의 양이 정상치 범위 안에 있으므로 고지혈증이 나타날 가능성은 낮다.
ㄴ. 적혈구의 수가 정상치 범위 안에 있으므로 빈혈 증상이 나타날 가능성은 낮다.

808 혈액은 액체 성분인 혈장과 세포 성분인 혈구로 구분된다. 혈장 성분의 약 90%는 물, 9%는 단백질, 0.1%는 포도당, 0.9%는 NaCl이다.
ㄱ. 혈장 성분 중 용매로 작용하는 물질은 물이며, 물은 혈장 성분의 약 90%를 차지한다.
ㄴ. 혈구 중 세균을 죽이는 식균 작용을 하는 것은 백혈구이다.
[오답피하기] ㄷ. C는 혈액 응고에 관여하는 혈소판이다. 산소가 희박한 고산 지대에 잘 적응하려면 적혈구의 수가 평지에 사는 정상인보다 많아야 한다.

자료분석 노하우

■ 혈액의 구성
소량의 혈액을 채취하여 항응고제를 처리한 후 원심 분리하면 액체 성분인 혈장과 세포 성분인 혈구로 구분된다.
혈장에는 단백질, 호르몬, 물, 포도당 등이 포함되어 있다. 혈구는 산소를 운반해 주는 붉은색의 적혈구, 식균 작용을 하는 백혈구, 혈액 응고에 관여하는 혈소판으로 구성된다. 원심 분리 시 아랫부분이 붉은색을 띠는 것은 혈구 중 적혈구가 가장 많기 때문이다.

809 ㄱ. 정상 세포와 암세포를 각각 배양하였을 때 정상 세포가 한 층으로 분열하는 동안 암세포는 여러 층으로 분열하였다. 이를 통해 암세포는 빠른 속도로 계속 분열한다는 것을 알 수 있다.
ㄴ. 암세포는 세포 주기가 비정상적으로 조절되어 계속적으로 세포 분열을 한다. 따라서 세포 분열을 촉진하는 물질이 없을 때에도 분열한다.
ㄷ. 암세포는 세포 주기를 조절하는 하나 이상의 유전자에서 돌연변이가 발생하고 축적되어 나타나며 세포 주기가 비정상적으로 조절된다.

810 ㄱ. 암세포는 혈관과 림프관으로 들어가 인체의 다른 부위로 옮겨질 수 있는데, 이를 전이라고 한다.
ㄷ. 암 유발 물질이나 유전자의 돌연변이에 의해 나타난 돌연변이 세포가 세포 분열을 계속하여 여러 층의 세포 덩어리를 만드는데, 이를 암이라고 한다.
[오답피하기] ㄴ. 암세포는 분화되지 않으므로 암세포 덩어리인 악성 종양은 조직으로서의 기능을 하지 못한다.

811 암은 세포 주기의 조절 기능에 이상이 생긴 세포가 분열을 계속함으로써 만들어진 세포 덩어리(악성 종양)이다.

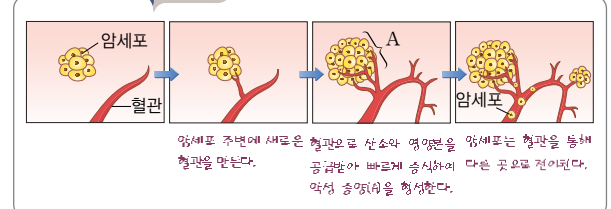
812 ④ 세포 주기에 이상이 생겨서 세포 분열을 계속하면 비정상적 세포 덩어리인 종양이 만들어지며, 종양에는 양성 종양과 악성 종양이 있다.
[오답피하기] ① 양성 종양은 생명에 위험을 초래하지 않고 주변의 정상 세포들을 압박하여 밀어내듯이 천천히 성장하는 종양이다.
② 정상 대장 세포의 세포 분열 속도는 악성 종양보다 느리다. 악성 종양은 빠른 속도로 증식하여 정상 세포들 사이로 침투하면서 정상 세포들을 파괴하여 생명을 위협한다.
③ 양성 종양은 막으로 싸여 있어 다른 부위로 전이되지 않지만, 악성 종양은 혈관, 림프관을 통해 다른 조직과 기관으로 전이된다.
⑤ 정상 대장 세포는 모두 일정한 횟수만큼 분열하면 더 이상 분열하지 않지만, 양성 종양과 악성 종양은 모두 세포 주기에 이상이 생긴 것으로 계속적으로 세포 분열을 한다.

오개념 피하는 노하우

■ 종양의 종류와 비교
• 종양 : 세포가 비정상적으로 증식하여 만들어진 세포 덩어리

양성 종양	비교적 성장 속도가 느리고, 다른 조직으로 침투하지 않아 인체에 큰 해를 주지 않는다.
악성 종양	• 성장 속도가 빠르고, 주변 조직으로 침투하여 정상 세포를 파괴한다. • 혈관, 림프관을 통해 다른 기관으로 전이되어 생명에 위협을 준다.

813 ㄱ. A는 암세포가 모인 덩어리로 악성 종양이다. 악성 종양을 암이라고 한다.
ㄴ. 암세포는 부착력이 약하여 악성 종양에서 떨어져 나와 혈관을 통해 다른 조직으로 이동하는데, 이를 전이라고 한다.
ㄷ. 암세포는 산소와 영양분을 공급하기 위해 암세포 주변에 새로운 혈관을 만든다.

자료분석 노하우

814 ㄴ. 1회 분열에 걸리는 시간을 비교해 보면 세포 A가 B보다 더 길다. 따라서 세포 A보다 B의 증식 속도가 더 빠르다는 것을 알 수 있다.
ㄷ. 세포 A는 한 층을 이룰 때까지만 세포 분열을 하고 세포들이 서로 접촉하게 되면 세포 분열을 멈추지만, 세포 B는 한 층

을 이룬 뒤에도 세포 분열을 계속하여 세포 덩어리를 만든다.

[오답피하기] ㄱ. 세포 A는 정상 세포, B는 암세포이다.

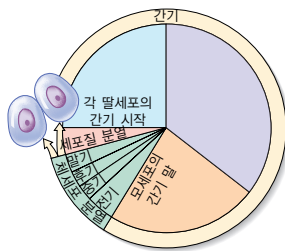
815 ㄱ, ㄷ. ㉠은 정상적인 세포 분열을 하므로 세포 주기의 조절 기능이 정상인 정상 세포이고, ㉡은 암 억제 유전자에 돌연변이가 일어나 비정상적인 세포 분열을 하므로 세포 주기 조절에 이상이 있는 암세포이다.

[오답피하기] ㄴ. 방사선은 암세포(㉡)뿐만 아니라 정상 세포(㉠)도 파괴시키므로, 암을 방사선 요법으로 치료하면 골수 세포의 증식이 억제되는 등의 부작용이 생길 수 있다.

통합형 문제 파헤치기

■ **세포 주기와 DNA 돌연변이**

- 세포 주기 : 분열을 끝낸 세포가 자라서 다시 분열을 끝마칠 때까지의 과정이며, 간기와 분열기로 구분한다. 생물이 정상적으로 생장하고 살아가기 위해서는 세포 주기가 조절되어야 한다. 소화관의 상피 세포와 피부 세포는 낡고 오래된 세포를 새로운 세포로 바꾸기 위해 분열기가 진행되어 세포 분열이 일어난다. 그러나 생장이 완료된 신경 세포와 근육 세포 등은 세포 주기가 진행되지 않기 때문에 세포 분열이 더 이상 일어나지 않는다. 정상 세포에는 세포가 손상을 입었을 때나 세포 주기를 완수할 수 없을 때 세포 주기를 정지시키는 조절 시스템이 있다.

- DNA 돌연변이 : DNA를 구성하는 염기 서열에 변화가 생기는 것을 의미하기도 하는데, 정상 세포는 DNA에 돌연변이가 일어나 손상되면 스스로 복구할 능력이 있으며, 너무 심하게 손상되어 복구가 어려우면 스스로 사멸하기도 한다. 암세포는 세포 주기 조절 기능에 이상이 생겨 계속적으로 분열하여 악성 종양을 형성한다.

816 세포 분열을 촉진하는 유전자와 세포 분열을 억제하는 유전자에 돌연변이가 일어나 세포 분열을 계속하는 암세포가 생기면 암이 발생하게 된다. 암 발생 원인 중 생물학적 요인 중에는 자궁 경부암을 일으키는 인유두종 바이러스, 간암을 일으키는 간염 바이러스, 위암을 일으키는 헬리코박터균 등이 있다.

817 CT와 MRI는 골격에 둘러싸인 조직의 종양을 분석하는 데 매우 유용하게 사용된다.

[오답피하기] 내시경은 내부 기관을 직접 관찰하는 것이고, 초음파 검사는 내장 기관이나 태아의 움직임을 관찰하는 데 이용한다.

818 암을 치료하는 방법에는 외과적 수술, 방사선 치료, 화학 요법, 유전자 치료 등이 있다.

② 방사선 치료에 사용되는 전자기파는 높은 에너지를 가지고 있는 감마선이다.

819 ㄱ. (다)에서 정상인의 ADA 유전자를 바이러스의 DNA에 삽입한 다음, 이 바이러스를 환자의 림프구에 넣어 주었으므로 바이러스는 ADA 유전자를 운반하는 역할을 한다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. (가)와 (나)에서는 DNA를 절단하는 데 제한 효소가 사용되며, (다)에서는 바이러스의 DNA와 ADA 유전자를 붙이는 리게이스(연결 효소)가 사용된다.

[오답피하기] ㄷ. 환자에게 삽입된 정상 ADA 유전자가 들어 있는 림프구는 백혈구의 일종이다. 백혈구는 생식 세포가 아니며, 이 환자의 생식 세포에는 정상 ADA 유전자가 들어 있지 않으므로 이 환자에게 삽입된 정상 ADA 유전자는 자식에게 유전되지 않는다.

820 ㄷ. 유전자 치료 과정에서 정상 유전자를 운반하는 운반체로는 인체에 해가 없는 바이러스를 사용한다.

[오답피하기] ㄱ. 세포 A는 비정상 골수 세포이고, B는 정상 유전자가 삽입되어 교정된 골수 세포이지만, 세포 A와 B의 염색체 수는 46개로 동일하다.

ㄴ. 유전자 치료는 체세포에 정상 유전자를 삽입하여 치료한 것이므로 정상 유전자를 가진 생식 세포는 만들어지지 않는다. 따라서 유전자 치료에 의해 정상 유전자를 환자의 체내에 넣어 주었다고 해서 정상 유전자를 가진 생식 세포를 만들 수 있는 것은 아니다.

821 ㄱ. 뼈를 이루는 세포는 체세포이고, 난자는 생식 세포이다. 그러므로 뼈를 이루는 세포들의 염색체 수는 난자의 염색체 수의 2배이다.

ㄴ. 줄기 세포는 환자의 체세포 핵을 무핵의 난자에 삽입한 후 세포 분열시켜 얻은 것이다. 따라서 줄기 세포의 핵과 환자의 체세포 핵은 동일한 유전자를 가지고 있다.

ㄷ. 줄기 세포의 핵과 환자의 체세포 핵은 같으므로, 줄기 세포의 증식 · 분화에 의해 만들어진 신경은 환자의 체세포와 거의 동일하다. 따라서 면역 거부 반응은 일어나지 않는다.

오개념 피하는 노하우

배반포를 이루는 세포는 배아 줄기 세포로서, 줄기 세포를 분화시켜 환자에게 필요한 장기를 얻는다.

822 ② 전이되지 않은 암은 외과적 수술로 제거하는 것이 가장 효과적인 치료 방법이며, 화학 요법은 외과적 수술 전후에 함께 시행한다.

[오답피하기] ①, ③ 항암제는 세포 독성 항암제와 표적 항암제가 있다. 세포 독성 항암제는 정상 세포보다 빠른 속도로 분열하는 암세포의 특성을 이용한 것으로 분열하는 세포의 DNA나 세포 소기관을 표적으로 하기 때문에 암세포와 함께 정상 세포도 파괴한다. 따라서 세포 독성 항암제를 먹으면 머리가 빠지거나 구토가 나는 등 부작용이 생긴다. 표적 항암제는

특정 암세포만을 대상으로 약이 작용하는 것으로, 암세포의 활동만을 선택적으로 차단하기 때문에 세포 독성 항암제보다 정상 세포가 훨씬 적게 파괴되고 부작용도 적다.

내신 완성 1등급문제 pp.198~199

823 ③	**824** ③	**825** ㄴ, ㄷ	**826** ②	**827** ②	**828** ④

829 (1) ㉠ X선, ㉡ 자기장 (2) 해설 참조 **830** 해설 참조 **831** 해설 참조

823 ㄱ, ㄴ. MRI는 자기장과 고주파를 이용하여 신체 내부의 3차원 영상을 얻을 수 있는 장치로, 솔레노이드는 강한 자기장을 형성한다. 또, 솔레노이드에 흐르는 전류를 증가시키면 자기장의 세기가 증가한다.

[오답피하기] ㄷ. 솔레노이드의 단위 길이당 감긴 수가 달라지면 자기장의 세기가 변한다.

오개념 피하는 노하우

솔레노이드는 둥근 대롱 모양으로 감은 코일로, 전류를 흘리면 자기장을 형성하면서 전자석이 된다. 솔레노이드의 감긴 수는 자기장의 세기와 관련이 있다.

824 ㄱ. (가) 시기에는 압박대 압력이 동맥의 혈압보다 높기 때문에 혈관이 막혀 혈액이 흐르지 않는다. 따라서 손목에서는 맥박이 느껴지지 않는다.

ㄴ. (나) 시기에 압박대 압력이 동맥의 최고 혈압보다 낮아지는 순간 혈관이 열려 혈액이 흐르기 시작하면서 처음으로 혈관음이 들린다. 이때의 압박대 압력이 최고 혈압이다.

[오답피하기] ㄷ. (다) 시기에 혈관이 완전히 열려 혈액이 정상일 때와 똑같이 흐르는 것은 압박대 압력이 혈압보다 낮기 때문이다.

825 ㄴ, ㄷ. 초음파 발생 · 탐지 장치에서 발생한 초음파가 체내에 들어가 각 조직에서 반사된 진동으로 영상을 형성하며, 몸 안의 조직마다 흡수와 반사되는 정도가 다르고, 되돌아오는 데 걸린 시간이 달라 모니터에 그 강도를 나타내게 된다.

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 전기 신호이다.

자료분석 노하우

■ **초음파 진단기의 원리**

- 초음파 발생 · 탐지 장치를 인체의 검사 부위에 밀착시켜 초음파를 쏘아 보내면 초음파가 몸속으로 전해져 연한 부분을 진행하다가 딱딱한 부분에 닿으면 반사되어 나오는데, 이때 조직에서 반사되어 나오는 초음파를 수신하여 영상으로 나타낸다.
- 몸속의 조직마다 초음파의 흡수와 반사되는 정도가 다르고, 깊이에 따라 반사되어 나오는 데 걸리는 시간이 달라 그 차이를 영상으로 나타내는 것이다.

826 심장 박동의 전기적 변화를 기록한 곡선을 심전도라고 한다. 심전도에서 P파는 우심방과 좌심방의 전기적 자극으로 발생하며, QRS파는 우심실과 좌심실의 전기적 자극으로 인해 기록된다. T파는 심실의 전기적 회복으로 인해 생긴다.

ㄱ. 심전도의 P파가 나타날 때 좌심방의 압력이 좌심실의 압력보다 높으므로 혈액은 좌심방에서 좌심실로 흐른다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. 심전도의 QRS파가 나타날 때 좌심실의 압력이 좌심방의 압력보다 높아지므로 좌심실이 수축한다는 것을 알 수 있다.

[오답피하기] ㄷ. 심전도의 T파가 나타날 때 대동맥의 압력은 좌심방의 압력보다 높다.

827 ㄱ. 정상 세포는 세포 주기를 조절하여 이웃 세포들과 접촉하면 분열을 정지한다.

ㄴ. 암세포는 DNA 손상의 치유나 복구에 관여하는 유전자가 손상되어 세포 주기에 이상이 생겨 세포 분열을 하여 계속 증식한다. 그러므로 이웃 세포들과 접촉하여도 분열을 계속하여 세포 덩어리(종양)를 형성한다.

[오답피하기] ㄷ. 암세포는 DNA가 손상된 상태로 계속 분열을 진행하므로 정상 세포는 만들어지지 않는다.

828 ④ 종양 표지자 검사는 종양 항원과 항체를 이용한 혈액 검사이며, 종양 표지자 검사를 통해 몸에 암이 있는지, 암세포의 성질이 어떤지 등을 알 수 있다.

[오답피하기] ① 초음파를 몸속 한 부분에 직접 쏘아 종양의 크기, 모양, 위치를 확인하는 방법은 초음파 검사이다.

② 유전학적 돌연변이를 검사하여 종양이 발생하기 전에 암 발병 가능성을 진단하는 방법은 유전자 검사이다.

③ X선 촬영을 통해 종양의 크기, 모양, 위치 등을 확인할 수 있다.

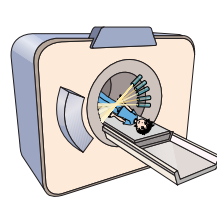
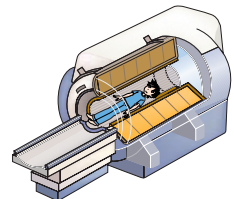
⑤ 몸에서 세포나 조직의 일부를 떼어 내어 현미경으로 관찰하여 암 발생 여부를 확인하는 방법은 조직 검사이다.

829 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

CT와 MRI의 원리와 차이점을 알아야 한다.

Step 2 자료 파악

▲ CT

▲ MRI

MRI(자기 공명 영상 장치)는 자기장과 고주파를 이용하여 체내 수소 원자핵에서 발생하는 신호를 영상화하는 장치

Step 3 관련 개념 모으기

❶ **CT와 MRI의 원리는?**
→ CT는 X선을 이용하는 방사선 진단기이고, MRI는 자기장과 고주파를 이용하여 체내 수소 원자핵에서 발생하는 신호를 영상화하는 진단기이다.

❷ **CT와 MRI의 공통점은?**
→ 체내 조직을 해부한 것처럼 여러 장의 단층 사진으로 보여 준다.

❸ **CT와 MRI의 차이점은?**
→ CT는 단면 사진만 얻을 수 있지만, MRI는 3차원 입체 영상도 얻을 수 있다. CT는 MRI에 비해 촬영 시간이 짧지만, 방사선을 이용하므로 인체에 해로울 수 있다.

답안작성 키워드 시간, 방사선, 3차원 영상, 폐소 공포증

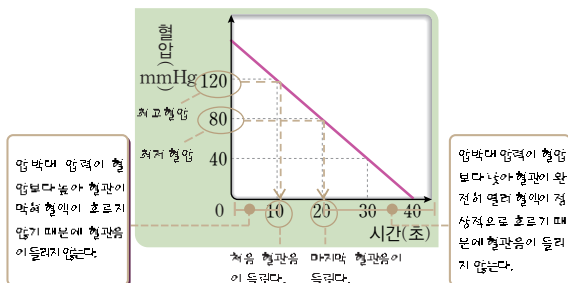
모범답안 (2) CT는 MRI보다 진단 시간이 짧게 걸리지만 방사선을 이용하므로 인체에 해로울 수 있다. MRI는 3차원 영상을 얻을 수 있지만 폐소 공포증(닫히거나 좁은 공간에 있을 때 극도의 공포를 느끼는 증상)이 있는 사람에게는 부적합하다.

채점 기준	배점
CT와 MRI를 비교하여 장점과 단점을 각각 한 가지씩 옳게 서술한 경우	7점
CT와 MRI 중 한 가지의 장점과 단점만 서술하거나 CT와 MRI의 장점 또는 단점만을 옳게 서술한 경우	5점

830 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

혈압계와 청진기를 이용한 혈압 측정의 원리를 이해하고 있으며, 시간에 따른 압박대 압력 변화에서 최고 혈압과 최저 혈압 측정 시점을 파악하여 혈관음이 들리는 구간을 알아야 한다.

Step 2 자료 파악

Step 3 관련 개념 모으기

❶ 혈압 측정의 원리는?
→ 팔뚝 상단에 혈압계의 압박대를 감고 압력을 가해 동맥의 혈액이 흐르지 못하게 하였다가 압박대 압력을 서서히 낮추어 혈액이 흐르게 하면서 처음 혈관음이 들릴 때의 압박대 압력을 측정하고, 마지막 혈관음이 들릴 때의 압박대 압력을 측정한다.

❷ **처음 혈관음이 들릴 때와 마지막 혈관음이 들릴 때의 압박대 압력은 무엇을 의미하는가?**
→ 처음 혈관음이 들릴 때의 압박대 압력이 최고 혈압, 마지막 혈관음이 들릴 때의 압박대 압력이 최저 혈압이다.

답안작성 키워드 혈관음, 최고 혈압 120mmHg, 최저 혈압 80mmHg

모범답안 청진기로 혈관음을 들을 수 있는 시간 구간은 10초에서 20초 사이이다. 그 까닭은 최고 혈압이 120mmHg이므로 압박대 압력이 120mmHg가 되는 10초일 때 처음 혈관음이 들리고, 이후 반복적으로 혈관음이 들리다가 최저 혈압이 80mmHg이므로 압박대 압력이 80mmHg가 되는 20초일 때 마지막 혈관음이 들리기 때문이다.

유사답안 압박대 압력이 120mmHg가 되는 10초일 때 처음 혈관음이 들리고, 이후 반복적으로 혈관음이 들리다가 압박대 압력이 80mmHg가 되는 20초일 때 마지막 혈관음이 들린다. 따라서 청진기로 혈관음을 들을 수 있는 시간 구간은 10～20초 사이이다.

채점 기준	배점
청진기로 혈관음을 들을 수 있는 시간 구간을 쓰고, 그 까닭을 최고 혈압과 최저 혈압이 어느 때 측정되는지와 관련지어 옳게 서술한 경우	10점
청진기로 혈관음을 들을 수 있는 시간 구간을 쓰고, 그 까닭을 최고 혈압과 최저 혈압 사이 구간일 때 혈관음이 들린다라고만 서술한 경우	7점
청진기로 혈관음을 들을 수 있는 시간 구간만 옳게 서술한 경우	5점

831 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

암을 치료하는 방법과 그 특성 및 부작용에 대하여 알아야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ **암을 치료하는 방법을 크게 4가지로 구분하면?**
→ 외과적 수술, 방사선 치료, 화학 요법, 유전자 치료

❷ **방사선 치료를 통해 암세포는 어떻게 제거되는가?**
→ 방사선인 감마선을 쪼여 주면 암세포는 돌연변이를 일으켜 죽게 된다.

❸ **화학 요법으로 암세포를 어떻게 사멸시키는가?**
→ 화학 약물(항암제)을 체내에 주입하여 암세포의 DNA를 손상시키거나 DNA 합성을 방해함으로써 암세포를 사멸시킨다.

답안작성 키워드 방사선 치료, 화학 요법, 암세포, DNA 손상, 정상 세포

모범답안 방사선 치료와 화학 요법은 모두 암세포의 DNA에 손상을 주어 암세포가 죽도록 하는데, 이 과정에서 정상 세포도 같은 영향을 받을 수 있기 때문이다.

채점 기준	배점
방사선 치료와 화학 요법으로 암세포가 제거되는 원리와 관련지어 부작용이 일어날 수 있는 까닭을 옳게 서술한 경우	10점
방사선 치료와 화학 요법으로 암세포가 제거되는 원리와 관련지어 부작용이 일어날 수 있는 까닭을 서술하였으나 다소 미흡한 경우	7점
방사선 치료와 화학 요법에 따른 부작용이 일어나는 원인을 정상 세포가 죽기 때문이라고만 서술한 경우	5점

V단원 실전 대비 평가문제 pp.200~203

평가 기준	답
평가 기준 ❶ 육종과 유전자 재조합 기술을 비교하여 이해하고, 육종과 유전자 재조합 기술이 식량 자원의 양과 질의 향상에 어떻게 기여하였는지를 알고, 예를 들어 설명할 수 있다.	**832** ③
평가 기준 ❷ 질소 고정의 의미를 이해하고, 질소 비료의 생산이 어떻게 인류의 식량 증산에 기여했는지를 역사적 과정과 관련지어 설명할 수 있다.	**833** ④
평가 기준 ❸ 식량 자원의 지속적인 개발 및 확보와 관련하여 생태계와 생물 다양성의 가치, 종자 은행의 중요성을 이해하고, 이를 다양한 사례를 통해 설명할 수 있다.	**834** ㄱ, ㄴ, ㄷ
평가 기준 ❹ 건강한 상태를 유지하기 위해 영양소를 고루 섭취해야 하는 까닭을 세포의 물질대사, 생장, 조직 형성 및 에너지 공급 등 생명 활동과 관련지어 설명할 수 있다.	**835** ②
평가 기준 ❺ 신체 활동을 통한 에너지가 소비되는 과정을 알고, 신체 활동에 따른 에너지 소비량과 건강 유지를 위한 적절한 영양소 섭취량 사이의 관계를 설명할 수 있다.	**836** 249g **837** ⑤
평가 기준 ❻ 병원성 박테리아와 바이러스가 질병을 유발하고 감염을 통해 확산되는 과정을 예를 들어 설명할 수 있다.	**838** ①
평가 기준 ❼ 면역이 일어나는 과정을 이용하여 백신이 개발된 원리를 설명하고 질병 예방에 사용된 예를 들 수 있다.	**839** ③ **840** ②
평가 기준 ❽ 물이 생명 현상에 기여하는 의미를 물의 화학적 성질과 관련하여 이해하고, 물의 소독, 살균, 세제의 사용이 인간 수명의 증가와 건강의 증진에 기여한 과정과 간단한 원리를 설명할 수 있다.	**841** ㄴ, ㄷ
평가 기준 ❾ 천연 의약품과 관련하여 생태계와 생물 다양성의 가치를 인식한다.	**842** ㄱ, ㄴ, ㄷ
평가 기준 ❿ 자연계에서 얻은 물질을 모방하여 만든 아스피린 등 합성 의약품의 중요성을 이해하고 이를 바탕으로 생물 다양성의 필요성을 설명할 수 있다.	**843** ②
평가 기준 ⓫ 질병의 진단에 활용하는 물리적 진단 장치와 화학적 진단의 기초적인 원리를 설명할 수 있다.	**844** ③ **845** ④
평가 기준 ⓬ 암의 발생 원인을 유전적 · 환경적 요인과 관련지어 이해하고, 암의 발생 과정을 설명할 수 있다.	**846** ② **847** ①
평가 기준 ⓭ 암의 진단 · 치료의 기본 원리를 이해하고, DNA 염기 서열과 단백질의 상세 구조에 대한 지식을 바탕으로 신약의 개발과 사용에 따른 장점과 제한점을 인식하고 이를 간단히 설명할 수 있다.	**848** ④ **849** ㄱ **850** ①, ③

832 ㄱ. (가)는 유전자 재조합 기술을 이용한 품종 개량이다. 플라스미드는 원형의 작은 DNA로, 유용한 유전자를 삽입시켜 만든 재조합 플라스미드를 이용하면 유용한 유전자를 원하는 생물체에 넣을 수 있다. 즉, 유용한 유전자(㉠)를 삽입하는 데 플라스미드를 이용하기도 한다.

ㄴ. (나)는 교배를 통해 원하는 형질이 있는 새로운 품종을 얻은 것이므로 전통적 육종 방법이다.

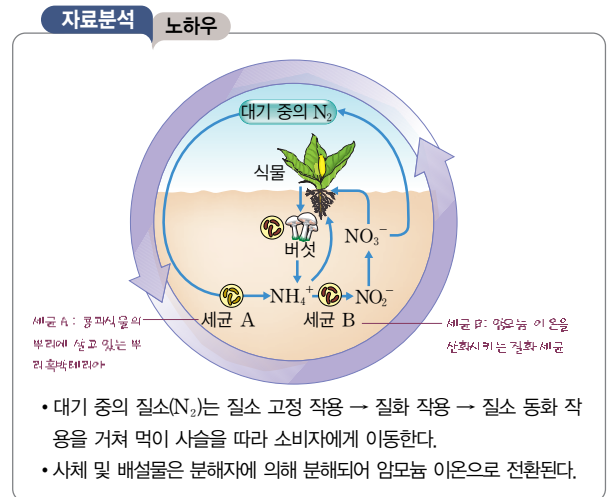
[오답피하기] ㄷ. 유전자 변형 생물(GMO)이란 유전자 재조합 기술을 통해 유용한 유전자가 삽입되어 만들어진 생물체이다. 따라서 새로운 품종 B만 유전자 변형 생물(GMO)이다.

833 ㄱ. 세균 A는 질소 고정 세균이며, 콩과식물의 뿌리에 살고 있는 뿌리혹박테리아는 질소 고정 세균에 해당한다.

ㄷ. 질소(N_2)는 매우 안정하기 때문에 쉽게 분해되지 않아 식물이 직접 이용하지 못한다. 식물은 질소를 암모늄 이온(NH_4^+)이나 질산 이온(NO_3^-)과 같이 이온 형태로 뿌리를 통해 흡수한다.

[오답피하기] ㄴ. 세균 B는 암모늄 이온을 산화시키는 질화 세균으로, 세균 B에 의해 생성된 산물은 아질산 이온(NO_2^-)이다. 그러나 하버-보슈의 암모니아 합성법으로 만들어진 물질은 암모니아이다.

자료분석 노하우

• 대기 중의 질소(N_2)는 질소 고정 작용 → 질화 작용 → 질소 동화 작용을 거쳐 먹이 사슬을 따라 소비자에게 이동한다.
• 사체 및 배설물은 분해자에 의해 분해되어 암모늄 이온으로 전환된다.

834 ㄱ. (가)는 생물 종 다양성, (나)는 유전적(유전자) 다양성이다. 그림은 같은 종에 속하는 종자들의 무늬, 색깔이 다양한 것을 나타낸 것이므로 유전적 다양성(나)에 해당한다.

ㄴ. 종자 은행은 생물 종의 종자를 수집해서 보관하므로 생물 다양성을 보존하는 역할을 한다.

ㄷ. 생물 종 다양성(가)이 높아지면 생물 종 수가 많아 먹고 먹히는 관계가 복잡하므로 생태계의 평형을 안정적으로 유지할 수 있다.

835 A는 물, B는 탄수화물, C는 단백질이다.

② 물(A)은 비열과 기화열이 커서 체온 유지 및 조절 기능을 한다.

[오답피하기] ① 주영양소는 탄수화물, 단백질, 지방이며, 물은 에너지원은 아니지만, 체내 생리 작용을 조절하는 부영양소이다.

③ 탄수화물(B)은 1g당 4kcal의 열량을 낸다.

④ 탄수화물(B)은 대부분 에너지원으로 쓰이고, 여분은 지방으로 전환되어 복부나 피부 밑에 저장된다. 물(A)과 단백질(C)이 몸의 생리 작용 조절에 관여한다.

⑤ 몸의 구성 비율이 약 66%를 차지하는 영양소는 물(A)이다.

836 이 사람이 30분 동안 수영을 할 때 필요한 에너지양은 630kcal/h × 0.5h = 315kcal이고, 1시간 동안 달리기를 할 때 필요한 에너지양은 681kcal/h × 1h = 681kcal이다. 따라서 총 315kcal + 681kcal = 996kcal가 필요하다. 탄수화물의 열량은 4kcal/g이므로 필요한 에너지를 모두 탄수화물에

서 얻기 위해서는 $\frac{996}{4}$=249g의 탄수화물을 섭취해야 한다.

837 ⑤ 심장 박동, 혈액 순환, 호흡 운동, 체온 유지 등 생명 유지를 위해 필요한 최소한의 에너지양은 기초 대사량이다. 이 사람의 기초 대사량은 1,100kcal이다.

[오답피하기] ① (가)는 세포 호흡이며, 세포 호흡은 고분자 물질인 포도당을 저분자 물질인 물과 이산화탄소로 분해하므로 이화 작용이다.
② 기체 A는 포도당을 산화시키는 데 필요한 산소이다.
③ ㉠은 ADP, ㉡은 ATP이며, ADP가 ATP로 합성될 때 세포 호흡 결과 발생된 에너지가 이용된다. 따라서 한 분자당 에너지양은 ADP(㉠)<ATP(㉡)이다.
④ 조사 기간 동안 이 사람의 에너지 섭취량보다 에너지 소비량이 더 적었으므로, 이 사람의 체중은 증가하였다. 그러므로 체중은 변화가 있다.

838 (가)는 콜레라균에 의해 유발되는 콜레라, (나)는 아데노바이러스에 의해 유발되는 감기, (다)는 병원체 없이 발생하는 비감염성 질병인 고혈압이다.
ㄱ. 콜레라(가)를 일으키는 콜레라균은 단세포 생물로서 스스로 물질대사를 한다.

[오답피하기] ㄴ. 감기(나)는 바이러스에 의한 질병이며, 항생제는 세균에 의한 질병을 치료할 수 있다.
ㄷ. 고혈압(다)은 병원체 없이 발생하는 비감염성 질병이다.

오개념 피하는 노하우

■ 감염성 질병과 비감염성 질병

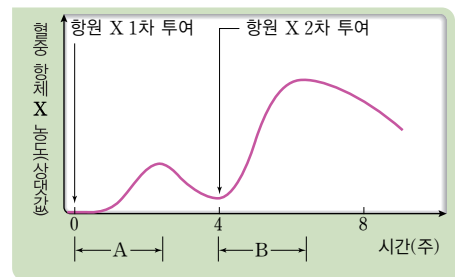
감염성 질병	비감염성 질병
세균, 바이러스와 같은 병원체가 원인이 되어 발생하며 전염된다. 예 결핵, 폐렴, 독감, 홍역	병원체 없이 발생(노령화, 흡연, 유전 등이 원인) 예 암, 고혈압, 당뇨병, 심장병

839 (가)는 특정 병원체를 인식하여 선별적으로 파괴하는 특이적 면역이고, (나)와 (다)는 모두 병원체의 종류를 가리지 않고 진행되는 비특이적 면역이다.
ㄱ. (가)에서 동일 항원이 재침입하면 기억 세포의 작용으로 신속하게 다량의 항체가 만들어져 질병에 걸리지 않도록 한다.
ㄷ. (다)는 염증 반응이다. 피부나 점막이 손상되어 병원체가 침입하면 손상된 조직에서 식균 작용을 촉진하는 물질(히스타민)이 방출되는데, 히스타민은 상처 부위의 모세 혈관을 팽창시켜 더 많은 혈액과 백혈구들이 모이게 함으로써 병원체를 효과적으로 제거할 수 있도록 한다. 이 과정에서 상처 부위가 붉게 부어오르고 열이 난다.

[오답피하기] ㄴ. 침과 눈물에는 병원균의 세포벽을 분해해 병원균을 죽이는 효소(라이소자임)가 들어 있다. 침과 눈물은 병원체에 대한 특이성 없이 일어나는 비특이적 면역이다.

840 ㄴ. 구간 A보다 B에서 항체 X의 농도가 크게 증가한 까닭은 기억 세포가 빠르게 증식하고 분화하여 신속하게 다량의 항체를 생성했기 때문이다.

[오답피하기] ㄱ. 항원 X를 1차 투여하기 전에 이 사람은 항원 X에 노출된 적이 없기 때문에 항원 X를 1차 투여했을 때 잠복기를 거쳐 항체가 만들어지는 1차 면역 반응이 일어났다.
ㄷ. 백신을 예방 접종하는 것은 항원 X가 처음 몸 안으로 들어오기 전에 1차 면역 반응이 일어나도록 하여 항원 X에 대한 기억 세포를 만들기 위한 것이다. 8주가 되기 전에 이미 기억 세포가 형성되어 있으므로 백신을 접종받으면 3차 면역 반응이 일어난다.

자료분석 노하우

• 항원 X 1차 투여 : 1차 면역 반응이 일어나 항체 X가 잠복기를 거쳐 소량 생성된다.
• 항원 X 2차 투여 : 항체 X의 농도가 크게 증가한다. ➡ 1차 면역 반응 때 만들어진 기억 세포가 빠르게 증식 · 분화하여 형질 세포로 되고, 형질 세포에서 항체 X를 생성하기 때문이다.

841 ㄴ. 침전지는 응집제로 인해 엉긴 입자들을 가라앉히는 장소이다.
ㄷ. (가)는 염소 소독실이며, 염소 소독실에서는 염소가 물에 녹아 생성된 물질인 하이포염소산에 의해 세균을 죽이는 살균 작용이 일어난다.

[오답피하기] ㄱ. 침사지에서는 크기가 큰 불순물인 모래, 흙 등을 가라앉히고, 여과지에서는 남아 있는 미세 물질을 자갈, 숯, 모래 등에 통과시켜 걸러 낸다.

842 ㄱ. A는 살리실산, B는 페니실린이다.
ㄴ. 신맛과 자극성이 강한 살리실산(A)의 단점을 개선하여 인공적으로 합성한 최초의 합성 의약품은 아스피린(아세틸살리실산)이다.
ㄷ. 푸른곰팡이에서 얻은 B는 최초의 항생제인 페니실린이다.

843 항암 효과가 있는 사포닌은 인삼에서 추출한 것이다. 진통제인 모르핀은 양귀비 열매, 체지방 감소에 효과가 있는 카테킨은 녹차 잎, 마취제인 코카인은 코카나무, 항생제인 스트렙토마이신은 방선균에서 추출한 물질이다.

844 ㄱ. A는 환자의 몸에서 나는 소리를 이용하여 진단하는 장치인 청진기이다.
ㄴ. B는 혈압계의 압박대이며, 압박대의 압력이 최고 혈압보다 높으면 혈액의 흐름이 차단되므로 압박대의 안쪽에 위치한 혈관에서는 혈액이 흐르지 않는다.
[오답피하기] ㄷ. MRI(나)는 고주파의 공명 현상과 강한 자기장을 이용하여 질병을 진단하는 장치이다.

845 ㄱ. $\frac{A}{D}$는 혈색소(헤모글로빈) 비율로서, 정상치 범위에 있으므로 적혈구 수가 정상 수준이라는 것을 의미한다. 따라서 이 사람은 빈혈 증상을 보일 가능성이 낮다.
ㄷ. 혈액 응고에 관여하는 혈구는 혈소판이며, 혈소판의 수는 정상치에 비해 적다.
[오답피하기] ㄴ. 세균에 감염되면 염증 반응이 일어나게 되므로 백혈구의 수가 증가하는데, 검사 결과 백혈구의 수가 정상치의 범위에 있으므로 세균에 감염되었을 가능성은 낮다.

846 ㄴ. 악성 종양을 이루는 일부 암세포는 주변 세포를 분해하여 혈관과 림프관 속으로 침투함으로써 처음 종양이 형성되었던 곳에서 멀리 떨어진 곳까지 이동할 수 있는데, 이와 같이 이동하는 것을 전이되었다고 말한다.
[오답피하기] ㄱ, ㄷ. 암세포는 세포 주기 조절에 이상이 생겨 비정상적으로 증식하면서 다른 세포들 위로 여러 층을 이루어 세포 덩어리인 악성 종양을 형성한다.

오개념 피하는 노하우

양성 종양은 악성 종양(암세포)과 달리 다른 조직으로 침투하지 않아 인체에 큰 해를 주지 않는다.

847 세포 A는 정상 세포, B는 암세포이다.
ㄴ. 항암제는 암을 치료하기 위한 화학 요법에 사용되는 약제로서 암세포(B)의 분열과 증식을 억제하고, 암세포를 사멸시키는 작용을 한다.
[오답피하기] ㄱ. 악성 종양은 암세포 덩어리이므로, 악성 종양을 구성하는 세포는 암세포인 B이다.
ㄷ. 세포 A(정상 세포)가 분열하려면 세포 분열 촉진제가 필요하지만, 세포 B(암세포)는 세포 주기 조절에 이상이 생긴 것이므로 세포 분열 촉진제가 없어도 계속적으로 세포 분열을 한다.

오개념 피하는 노하우

■ **정상 세포와 암세포의 증식 비교**
• 정상 세포 : 세포가 한 층을 이룰 때까지 세포 분열을 하다가 세포가 서로 접촉하면 분열을 멈춘다.
• 암세포 : 정상 세포와 달리 한 층을 이룬 뒤에도 분열이 멈추지 않아 세포 덩어리를 이룬다. ➡ 세포 주기 조절에 문제가 생겼기 때문이다.

848 암을 치료하는 방법에는 외과적 수술이나 방사선 치료와 같은 물리적인 방법과 항암제와 같이 약물을 이용하는 방법이 있다. 자궁 경부암 백신을 사용하면 인유두종 바이러스에 의해 발생하는 자궁 경부암을 미리 효과적으로 예방할 수 있다.

849 새로운 신약 후보 물질을 발견하는 단계는 연구 개발(가)이고, 세포 및 동물 실험을 통해 약효와 독성을 실험하는 단계는 비임상 시험(나)이며, 사람을 대상으로 신약의 안전성과 효과를 시험하는 단계는 임상 시험(다)이다.

850 ① 신약의 약효와 독성은 세포 및 동물을 대상으로 하는 비임상 시험(전 임상 시험)에서 알아보며, 임상 시험에서는 신약의 안전성과 효과를 판별한다.
③ 임상 시험을 통해 안전성과 유효성, 품질이 입증된 신약은 의약품으로 승인받아 특허 출원할 수 있다.
[오답피하기] ②, ⑤ 임상 시험에 참가하는 사람에게는 시험 목적과 방법, 부작용에 대해 상세히 설명해 줄 필요가 있으며, 반드시 임상 시험 동의 절차를 밟아야 한다.
④ 임상 시험은 사람을 대상으로 하는 시험으로, 세포 및 동물을 대상으로 하는 비임상 시험보다 나중에 이루어진다.

VI 에너지와 환경

18 | 에너지와 문명

핵심 문제로 개념 마무리 p.205

851 (1) 일 (2) 에너지 보존 법칙(열역학 제1법칙) (3) 열기관 **852** (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × **853** (1) ㉢ (2) ㉠ (3) ㉡ **854** (1) 빛에너지 (2) 화학 에너지 (3) 전기 에너지 (4) 열에너지 **855** 15%

851 (1) 에너지는 일을 할 수 있는 능력이다.
(2) 에너지는 여러 형태가 있어서 서로 전환되지만 에너지의 총량은 일정하게 보존된다. 이를 에너지 보존 법칙(열역학 제1법칙)이라고 한다.
(3) 증기 기관, 가솔린 기관, 디젤 기관처럼 열을 일로 전환하는 장치를 열기관이라고 한다.

852 (1) 에너지의 단위는 J(줄)이다. 1J은 물체에 1N의 힘을 작용하여 1m 이동시켰을 때 한 일과 같다.
(2) 음식, 나무, 석탄과 같은 물질 내부에 들어 있는 에너지를 화학 에너지라고 한다.
(3) 형광등은 전기 에너지를 빛에너지로 전환한다.
(4) 대기 순환을 일으키는 에너지의 근원은 태양 에너지이다.
(5) 에너지의 총량은 일정하게 보존되지만 점차 사용하기 어려운 형태로 바뀌므로 우리가 사용할 수 있는 에너지를 절약해야 한다.

853 (1) 땅 위를 구르는 공은 운동 에너지를 갖는다.
(2) 높은 곳에 있는 물체는 위치 에너지를 갖는다.
(3) 우라늄이 가진 에너지는 핵에너지이다.

854 (1) 레이저는 전기 에너지를 빛에너지로 전환한다.
(2) 식물은 광합성을 통해 빛에너지를 화학 에너지로 전환한다.
(3) 수력 발전소는 물의 위치 에너지를 전기 에너지로 전환한다.
(4) 원자로에서는 방사성 물질이 핵분열하면서 열이 발생한다.

855 100kJ의 열을 흡수하여 15kJ의 일을 하므로 열효율은 $\frac{15\text{kJ}}{100\text{kJ}} \times 100 = 15\%$이다.

내신 분석 기출문제 pp.206~211

856 ③	**857** ③	**858** ①, ③, ④		**859** ⑤	**860** ③	**861** ③
862 ②, ③		**863** ②	**864** ⑤	**865** ③	**866** ⑤	**867** ⑤
868 ⑤	**869** ③	**870** ②	**871** ④	**872** ⑤	**873** ③	**874** ②
875 ⑤	**876** ④	**877** ④	**878** 해설 참조		**879** ⑤	**880** ③
881 50kJ	**882** ②	**883** 해설 참조		**884** ③	**885** ②	

856 날아가는 화살과 폭포에서 떨어지는 물은 운동 에너지와 위치 에너지를 가지고 있다. 달리는 자동차는 운동 에너지를 가지고 있다. 이처럼 움직이는 물체가 가지고 있는 에너지는 운동 에너지이다.

857 화학 전지, 음식물, 나무와 같은 물질 속에 들어 있는 에너지는 화학 에너지이다.

858 텔레비전에서는 전기를 사용하여 영상(빛에너지)과 소리(소리 에너지)를 재현하고, 그 과정에서 열(열에너지)이 발생한다.

859 전자레인지는 전류가 흐르면서 전자기파(마이크로파)가 발생하므로 전기 에너지가 파동 에너지로 전환된다. 이 파동 에너지가 음식물에서 열에너지로 전환되므로 음식물이 가열된다.

860 전기다리미에는 전류가 흐르면서 열이 발생한다. 따라서 전기 에너지가 열에너지로 전환된다.

861 전열기는 전기 에너지를 열에너지로 전환하고, 태양열 발전은 태양열(열에너지)을 이용하여 전기(전기 에너지)를 생산한다.

862 전지는 화학 에너지를 전기 에너지로, 번개와 전등은 전기 에너지를 빛에너지로, 스피커는 전기 에너지를 소리 에너지로, 태양 전지는 빛에너지를 전기 에너지로 전환한다.

863 광합성은 빛에너지가 화학 에너지로 전환되어 동물의 먹이나 화석 연료의 원료가 된다. 북을 치면 운동 에너지가 소리 에너지로 전환된다.

864 전동기는 전류가 흐를 때 회전하므로 전기 에너지를 운동 에너지로 전환한다.

865 손발전기를 회전시킬 때 꼬마전구에 불이 켜지는 것으로 보아 전기가 만들어짐을 알 수 있다. 따라서 손발전기를 회전시킬 때 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
ㄱ. (나)에서 손발전기에 건전지를 연결하였을 때 회전하는 것으로 보아 손발전기는 전동기로도 사용될 수 있음을 알 수 있다.
ㄷ. (다)에서 손발전기 A에서 전기가 만들어지고, 이 전기가 손발전기 B로 흐르므로 손발전기 B의 손잡이가 회전한다.
[오답피하기] ㄴ. (나)에서 전지의 화학 에너지는 전기 에너지로 전환되고, 이 전기 에너지는 손발전기에서 운동 에너지로 전환된다.

자료분석 노하우

손발전기는 전동기와 마찬가지로 자석과 코일로 이루어져 있다. 따라서 손발전기를 돌리면 전기가 만들어지고, 손발전기에 전류가 흐르면 손발전기가 회전한다. 이와 같이 발전기와 전동기는 구조가 같다. 단, 발전기에는 발전기를 회전시키기 위한 장치(예 회전 손잡이)가 부착되어 있고, 전동기에는 회전하는 물체(예 바퀴)가 부착되어 있다.

866 ㄱ. 소리가 클수록 창문이 더 세게 흔들리는 것은 소리가 클수록 소리 에너지가 크기 때문이다.
ㄴ. 큰 소리가 날 때 창문이 흔들리는 것은 소리 에너지가 창문의 운동 에너지로 전환된 것이다.
ㄷ. 흔들리던 창문이 멈추는 것은 마찰에 의해 창문의 운동 에너지가 열에너지로 전환되기 때문이다.

867 ㄱ. 손전등은 발전기를 손으로 작동해서 불을 켜므로 전지가 필요없다.
ㄴ. 손잡이를 누르면 발전기가 회전하면서 전기가 만들어진다. 이 과정에서 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
ㄷ. 손전등 내부에는 발전기가 들어 있는데, 발전기는 자석과 코일로 이루어져 있다.

868 ㄱ. 유성이 낙하할 때는 위치 에너지가 감소하면서 공기와의 마찰에 의해 열이 발생한다.
ㄴ. 화력 발전소에서는 연료를 태워 전기를 생산한다(화학 에너지→ 열에너지 → 전기 에너지).
ㄷ. 화학 전지에서는 화학 변화가 일어나면서 전기가 만들어진다(화학 에너지 → 전기 에너지).
ㄹ. 물질을 전기 분해하면 화합물이 두 물질로 나누어지는데, 이때 전기 에너지가 화학 에너지로 전환된다.

869 ㄱ. (가)의 화산 폭발은 지구 내부의 열에너지에 의한 현상이다.
ㄴ. (가), (나)는 모두 열에너지가 역학적 에너지로 전환된다.
ㄷ. (나)에서 태풍은 태양에 의해 바닷물과 대기가 가열되면서 발생한다. 따라서 태풍이 가진 에너지의 근원은 태양 에너지이다.

870 선풍기와 진공청소기는 전기 에너지를 공기의 운동 에너지로 전환하는 기구이다.
[오답피하기] 형광등은 전기 에너지를 빛에너지로, 다리미는 전기 에너지를 열에너지로 전환한다.

871 우라늄의 핵에너지는 지구가 탄생할 때부터 지구에 있던 물질이므로 그 근원이 태양이 아니다.
[오답피하기] 바람과 강물의 흐름은 태양 에너지에 의한 공기와 물의 순환 과정에서 생기고, 석탄과 음식물은 식물의 광합성을 통해 생성된 물질이므로 그 근원은 태양이다.

872 ㄱ. 바이오매스는 광합성에 의해 만들어진 물질이나 이들이 변환된 물질이다.
ㄴ. 화석 연료는 동식물이 변하여 만들어지므로 화석 연료가 가진 에너지의 근원은 태양 에너지이다.
ㄷ. 식물은 광합성에 의해 물질을 합성하므로 광합성을 통해 태양 에너지가 화학 에너지로 전환된다.

통합형 문제 파헤치기

■ **광합성과 에너지의 전환**
- 광합성 : 식물 세포의 엽록체에서 빛을 이용하여 유기 양분을 합성하는 작용이다.
- 에너지의 전환 : 에너지는 한 형태에서 다른 형태로 전환되며, 자연 현상은 에너지 전환의 과정이다.

873 ㄱ. 구름은 높은 곳에 있으므로 위치 에너지를 가진다.
ㄴ. 물은 태양 에너지를 흡수하여 증발하므로 물을 순환시키는 에너지의 원천은 태양 에너지이다.
[오답피하기] ㄷ. 빗물이 땅으로 떨어져 바다로 흘러가는 동안 높이가 계속 낮아지므로 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

874 태양열 발전은 태양열로 물을 끓인 후 그 압력으로 발전기를 돌려 전기를 생산한다. 태양광 발전은 태양 전지에서 태양 에너지를 직접 전기 에너지로 전환한다.

875 ㄱ. (가), (나)와 같은 발전소에서는 발전기를 돌려서 전기를 생산한다.
ㄴ. 수력 발전소에서는 물이 낙하하면서 터빈을 돌려 전기를 생산하므로, 물의 위치 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
ㄷ. 화력 발전소에서는 석탄이 연소하면서 화학 에너지가 열에너지로 전환된다.

876 ㄴ. 증기 기관이 사용되면서 석탄 사용량이 증가하는 것으로 보아 석탄은 증기 기관이 등장하면서 본격적으로 사용되었다.
ㄷ. 그래프에서 원자력 에너지와 신 · 재생 에너지의 사용량이 증가하면서 화석 연료의 사용량이 감소하고 있다.
[오답피하기] ㄱ. 그래프에서 인류의 총 에너지 사용량은 계속 증가하고 있다.

자료분석 노하우
- 그래프를 분석할 때는 가로축과 세로축이 무엇을 의미하는지 먼저 확인한 후 둘 사이의 관계를 파악해야 한다.
- 시간이 흐름에 따라 세계 인구는 계속 증가하고 있고, 에너지 소비와 생산량은 에너지원의 종류에 따라 사용 시점이 다르며, 증가하거나 감소하는 등 다양하게 변하고 있다.
- 석유, 석탄, 천연가스(LNG) 사용량 : 증가하다가 감소
- 원자력, 신 · 재생 에너지 : 계속 증가할 것으로 예상

877 ㄱ, ㄷ. 반사판이 넓을수록 더 많은 빛을 반사하므로 같은 시간 동안 더 많은 열을 얻을 수 있으며, 날씨가 흐릴 때는 사용하지 못하는 문제가 있다.
[오답피하기] ㄴ. 태양열을 직접 이용하는 기구이다.

878 태양열 발전이나 태양광 발전은 날씨의 영향을 받고, 넓은 지역에 설치해야 하는 제한점이 있다. 이러한 제한점 때문에 아직 화력 발전이나 원자력 발전을 대체하지 못하고 있다.

모범답안 날씨의 영향을 많이 받고, 태양빛의 에너지 밀도(단위 면적에 도달하는 태양 에너지)가 낮아 매우 넓은 지역에 태양 집열판이나 태양 전지판을 설치해야 하는 문제가 있기 때문이다.

채점 기준	배점
날씨에 영향을 받는 것과 에너지 밀도에 따른 지역의 제한점을 모두 옳게 서술한 경우	5점
두 가지 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	3점

879 세 사람은 모두 에너지 보존 법칙에 대해 설명하고 있다. 에너지가 한 형태에서 다른 형태로 전환될 때 에너지의 총합은 항상 일정하게 보존되는데, 이를 열역학 제1법칙(에너지 보존 법칙)이라고 한다. 즉, 에너지는 새로 생기거나 없어지지 않고 단지 한 형태에서 다른 형태로 전환될 뿐이다.

880 ㄱ, ㄴ. 열기관은 화석 연료를 태워 일(역학적 에너지)을 얻는 장치이다.
[오답피하기] ㄷ. 열기관은 열을 모두 일로 전환하지 못하기 때문에 열효율이 100%가 될 수 없다. 이를 열역학 제2법칙이라고 한다.

881 흡수한 열의 25%만을 일로 전환하므로 $200\text{kJ} \times 0.25 = 50\text{kJ}$이다.

882 ㄱ. 연소열$=\dfrac{4.2\text{J/g}\cdot℃ \times 250\text{g} \times 40℃}{2\text{g}}=21{,}000\text{J/g}=21\text{kJ/g}$이다.
ㄴ. 알코올이 연소할 때 발생하는 열로 물을 가열하므로 물이 흡수한 열량을 계산하여 알코올이 연소할 때 발생한 열량을 구한다.
[오답피하기] ㄷ. 알코올이 연소할 때 발생한 열량 가운데 물을 가열하는 데 사용된 열량이 많을수록 오차가 작고, 외부로 빠져나간 열량이 많을수록 오차가 크다.

883 에너지의 공급 없이 계속 일을 할 수 있는 제1종 영구 기관은 열역학 제1법칙(에너지 보존 법칙)에 위배되므로 제작이 불가능하다.

모범답안 작동할 수 없다. 열역학 제1법칙(에너지 보존 법칙)에 위배되기 때문이다.

채점 기준	배점
작동 여부와 이유를 옳게 서술한 경우	5점
작동 여부는 맞지만 이유가 틀린 경우	3점

884 이 장난감은 증발의 원리를 이용한 것으로, 태양 에너지를 사용한 기관이다. 따라서 열역학 제1법칙, 열역학 제2법칙에 위배되지 않는다.

885 ㄱ. 자동차를 달리게 하는 데 26%의 에너지를 사용하였으므로 자동차의 에너지 효율은 26%이다.
ㄴ. 자동차는 휘발유를 연소하면서 달리므로 자동차를 달리게 하는 에너지는 휘발유의 화학 에너지이다.
[오답피하기] ㄷ. 자동차가 달리다가 정지하면 자동차의 운동 에너지는 최종적으로 열에너지로 전환된다.

내신 완성 1등급문제 pp.212~213

886 열에너지	**887** ③	**888** ④	**889** ③	**890** ⑤	**891** ⑤
892 영희, 민수	**893** 해설 참조	**894** 해설 참조	**895** 해설 참조		

886 휴대 전화기의 전지에서 화학 반응이 일어나면서 화학 에너지가 전기 에너지로 전환될 때 열이 일부 발생한다. 따라서 화학 에너지의 일부는 열에너지로 전환됨을 알 수 있다. 소리가 발생할 때도 여전히 열이 발생하고, 소리 에너지는 최종적으로 물질에 흡수되어 열에너지로 전환된다.

오개념 피하는 노하우
에너지가 전환될 때 한 형태에서 다른 한 형태로 전환되는 경우도 있지만(예 공기 저항을 받지 않고 물체가 낙하할 때 : 위치 에너지 → 운동 에너지) 대부분은 한 형태에서 여러 형태로 동시에 전환된다(예 불꽃놀이 : 화학 에너지 → 빛에너지, 열에너지, 소리 에너지).

887 공기와 물을 순환시키는 에너지의 근원은 태양 에너지이다. 태양 전지판에서 태양 에너지는 바로 전기 에너지로 전환된다.

888 (가) LED 전구의 효율이 80%이므로 공급된 전기 에너지를 x라 하면 $\dfrac{0.2E}{x}\times 100=80\%$, $x=\dfrac{0.2E}{0.8}=0.25E$이다.
(나) 형광등은 전기 에너지 E를 공급받아 $0.2E$의 빛에너지를 발생하므로 효율은 $\dfrac{0.2E}{E}\times 100=20\%$이다.

889 ㄱ. (가)에서 높은 곳에 있는 돌은 위치 에너지를 갖는다.
ㄴ. 높은 곳에 있는 돌이 낙하하면 돌의 위치 에너지가 운동 에너지로 전환한다.
[오답피하기] ㄷ. 돌의 위치 에너지와 운동 에너지의 일부가 말뚝의 운동 에너지로 전환되어 말뚝이 박히게 되며, 말뚝을 박는 과정에서 돌과 말뚝의 역학적 에너지는 최종적으로 열에너지로 전환된다.

890 ㄱ. 지진은 지각판이 변형되었다가 일어나므로 지진을 일으키는 근원은 지각의 탄성 위치 에너지이다.
ㄴ. 지진이 일어나면서 탄성 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.
ㄷ. 지진이 일어나면 지진파가 발생하여 퍼져 나가므로 에너지가 파동의 형태로 사방으로 전파되는 것이다.

891 열섬 효과는 도시 내에서 냉난방 장치와 자동차 운행에 따른 연료 사용과 대기 오염에 의해 온실 효과가 나타나고, 빽빽하게 들어선 고층 건물이 바람의 통로를 막아 대류에 의한 열의 이동을 방해하며, 콘크리트 건물과 아스팔트 포장 도로가 녹지보다 더 많은 열을 흡수하여 방출하기 때문에 일어난다.

892 바닷물은 에너지를 가지고 있으나 바닷물이 스스로 열을 엔진에 제공하여 작동시키고 온도가 낮아지는 현상은 일어날 수 없다. 이는 열은 자연적으로 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동한다는 열역학 제2법칙에 위배된다. 그러나 이 과정에서 에너지 자체가 새로 생기거나 없어지는 것은 아니므로 열역학 제1법칙(에너지 보존 법칙)에는 위배되지 않는다.

893 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

에너지 보존과 절약의 문제를 구분하여 파악하고 있는지 묻는 문제로, 에너지는 보존되므로 새로 생기거나 없어지지 않는데도 절약해야 하는 이유를 연관지을 수 있어야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 에너지 보존 법칙이란?
→ 에너지의 총량은 보존된다.
❷ 이용 가능한 에너지란?
→ 에너지를 이용할 수 있는 방법이나 장치(기구)가 있어야 한다.

답안작성 키워드 에너지 보존 법칙

모범답안 에너지를 사용하더라도 총량은 일정하게 보존되지만 사용함에 따라 우리가 사용하기 어려운 형태로 전환되므로 절약해야 한다. 예를 들어 석유를 사용하여 자동차를 달리게 하면 석유의 화학 에너지는 모두 열에너지로 전환되어 사방으로 흩어진다. 그러나 흩어진 열에너지를 다시 모아 사용하기는 어려우므로 석유를 절약해야 한다.

채점 기준	배점
예를 들어 이유를 정확하게 서술한 경우	10점
에너지 보존과 사용하기 어려운 형태의 에너지에 대하여 서술하였지만 구체적인 예를 들지 못한 경우	5점

894 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

에너지 보존 법칙과 에너지 효율의 의미를 알고 계산할 수 있어야 한다.

Step 2 자료 파악

전기 에너지로 전환된 비율은 26%이다.

Step 3 관련 개념 모으기

❶ 에너지 보존?
→ 전환 전후 에너지의 총량은 보존된다.
❷ 에너지 효율?
→ 공급된 에너지 중에서 원하는 의도대로 전환된 비율이다.

답안작성 키워드 에너지 보존 법칙

모범답안 에너지 전환 후의 에너지의 총량도 100%가 되어야 하므로 냉각탑으로 방출된 에너지는 59%이다. 화석 연료가 가진 에너지 100% 중에서 전기 에너지로 전환된 비율이 26%이므로 에너지 효율은 26%이다.

채점 기준	배점
㉠의 값과 에너지 효율을 모두 구하고, 근거를 모두 옳게 제시한 경우	7점
㉠의 값과 에너지 효율 중 한 가지만 구하고, 근거를 옳게 제시한 경우	3점

895 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

제1종 영구 기관이 무엇인지 알고 작동하지 않는 이유를 정확히 파악하고 있어야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 제1종 영구 기관이란?
→ 에너지의 공급 없이 계속 일을 할 수 있는 기관이다.
❷ 열역학 제1법칙이란?
→ 에너지가 한 형태에서 다른 형태로 전환될 때 에너지의 총합은 항상 일정하게 보존된다.

답안작성 키워드 제1종 영구 기관, 열역학 제1법칙

모범답안 발전기를 돌리려면 힘을 작용해야 하는데, 회전 축을 한 번 돌렸을 때 발전기에서 발생한 전기로는 발전기에 연결된 전동기를 돌릴 수 있을 정도의 힘이 발생하지 않는다. 따라서 이 장치는 전혀 작동하지 않는다. 또 이 장치는 에너지의 공급 없이 계속 일을 하게 되는데, 에너지는 보존되므로 이러한 과정이 일어날 수 없다.

채점 기준	배점
에너지 보존과 힘의 관점에서 모두 서술한 경우	10점
에너지 보존 또는 힘의 관점 중 한 가지만 관련지어 서술한 경우	5점

19 | 탄소 순환과 기후 변화

핵심 문제로 **개념 마무리** p.216

896 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × **897** (1) × (2) ○ (3) ○ **898** (1) ○ (2) ○ (3) ○ **899** 온실 효과 **900** (1) × (2) ○ (3) ○

896 (2) 저위도의 남는 에너지는 대기와 해수의 순환에 의해 고위도 운반된다.
(4) 엘니뇨 발생 시 태평양 동쪽 연안(페루)에서는 수온이 상승한다.

897 (1) 지구 상의 탄소 중 99.9%는 퇴적암과 화석 연료에 포함되어 있고, 나머지 0.1%는 기권, 수권, 생물권에 포함되어 있다.
(2) 식물은 대기 중의 이산화탄소를 흡수하여 유기물인 포도당을 합성한다.
(3) 화석 연료의 연소도 대기 중에 탄소의 양을 증가시키는 원인이 된다.

898 (1) 광합성은 이산화탄소와 물을 재료로 하여 포도당과 같은 유기물을 합성하고 산소를 방출한다.
(2) 광합성은 태양의 빛에너지를 생물이 이용할 수 있는 화학 에너지로 전환한다.
(3) 식물의 광합성에는 가시광선이 이용되는데, 특히 청자색광과 적색광에서 광합성이 활발하게 일어난다.

899 대기 중의 온실 기체가 지구 복사 에너지를 흡수하였다가 지표로 다시 방출하여 지구를 따뜻하게 유지하는 현상을 온실 효과라고 한다.

900 (1) 우리나라는 지구 온난화에 의한 기후 변화로 온대 기후에서 난대 및 아열대 기후로 바뀌고 있다.

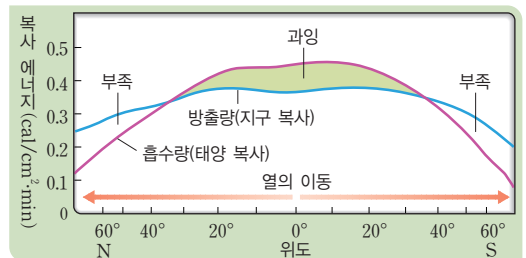
내신 분석 기출문제 pp.217~223

901 ② **902** ④ **903** ⑤ **904** ⑤ **905** ⑤ **906** ④ **907** 해설 참조 **908** ⑤ **909** ② **910** ④ **911** ⑤ **912** ③ **913** 해설 참조 **914** ⑤ **915** ④ **916** ③ **917** ④ **918** ⑤ **919** ④ **920** ①, ② **921** 해설 참조 **922** ⑤ **923** ⑤ **924** ④ **925** ③ **926** ① **927** 해설 참조 **928** ⑤ **929** ④ **930** ⑤ **931** ⑤

901 지구의 모양은 둥글기 때문에 위도에 따라 태양의 고도가 다르게 나타난다. 태양의 고도는 저위도에서 높고, 고위도에서 낮다.
[오답피하기] ① 태양의 고도는 고위도로 갈수록 낮아진다. 따라서 저위도에서 가장 높고, 고위도에서 가장 낮다.
③ 태양의 고도는 위도에 따라 다르게 나타난다.
④ 지구의 모양이 편평하다면 모든 지역에서 태양의 고도가 같을 것이다.
⑤ 고위도로 갈수록 태양의 고도가 낮아지므로 단위 면적당 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지의 양이 가장 적다.

902 태양 복사 에너지의 흡수량은 태양 빛에 수직인 나무판(가)이 태양 빛에 비스듬한 나무판(나)보다 많다. 이 실험은 위도에 따른 태양 복사 에너지의 흡수량을 알아보는 것으로, 태양 빛에 수직인 나무판(가)은 저위도, 태양 빛에 비스듬한 나무판(나)은 고위도에 해당한다.

903 저위도 지역은 태양 복사 에너지의 흡수량이 지구 복사 에너지의 방출량보다 많고, 고위도 지역은 지구 복사 에너지의 방출량이 태양 복사 에너지의 흡수량보다 많다.

■ 위도에 따른 에너지 불균형＋대기와 해수의 순환

• 지구의 모양은 둥글기 때문에 위도에 따라 태양의 고도가 다르다. 태양의 고도가 다르기 때문에 위도별 단위 면적당 들어오는 태양 복사 에너지의 양이 다르다.
• 위도별 복사 에너지의 불균형에 의해 대기와 해수의 순환이 일어나며, 이로 인해 저위도의 남는 에너지가 고위도로 운반된다.

904 열수송량은 에너지의 평형을 이루는 중위도(위도 38° 부근)에서 가장 많다.
[오답피하기] 해류는 대기보다 느리게 움직이고, 그 규모가 작기 때문에 해수에 의한 열수송량은 대기에 의한 열수송량보다 작다.

905 그림은 지구의 자전을 고려한 대기 대순환 모형으로, 지구 자전에 의해 3개의 영역(극순환, 페렐 순환, 해들리 순환)으로 나뉘어진 복잡한 순환이 나타난다.
[오답피하기] ① A 순환(해들리 순환)이 나타나는 지표에서는 무역풍이 분다.
② B 순환(페렐 순환)이 나타나는 지표에서는 편서풍이 분다.
③ C 순환(극순환)이 나타나는 지표에서는 극동풍이 분다.
④ 대기 대순환은 위도별 에너지의 불균형에 의해 발생하며, 대기의 순환에 의해 저위도의 남는 에너지가 고위도로 이동한다.

906 표층 해류의 방향과 대기 대순환에 의해 부는 바람의 방향은 대체로 일치한다. 우리나라 부근의 해류는 편서풍의 영향을 받는다.
[오답피하기] 표층 해류는 주로 바람에 의해 발생한다. 북태평양 해류는 편서풍의 영향을 받고, 북적도 해류와 남적도 해류는 무역풍의 영향을 받는다.

907 표층 해류는 바람에 의해 생성되는 해류이다. 표층 해류는 해수면 위를 지속적으로 부는 바람의 방향에 영향을 받는다.
모범답안 표층 해류는 주로 바람에 의해 발생하고, 대기 대순환에 의해 지표면에 부는 바람의 방향과 대체로 일치한다.

채점 기준	배점
표층 해류는 바람에 의해 발생하고, 대기 대순환에 의해 지표면에 부는 바람의 방향과 대체로 일치한다고 옳게 서술한 경우	7점
표층 해류의 발생 원인만 옳게 서술한 경우	5점
표층 해류와 대기 대순환과의 관계만 옳게 서술한 경우	3점

908 표층 해수는 주로 바람의 영향으로 발생하고, 심층 해류는 해수의 밀도 차이에 의해 발생한다. 염분이 높은 해수는 밀도가 높아서 아래로 가라앉은 후 해저를 따라 순환한다.

909 엘니뇨는 무역풍이 약화되면서 동태평양의 용승이 약화되어 동태평양 해수의 온도가 높아지고, 이로 인해 대기의 순환이 달라져 지구 전체의 기상에 영향을 미치게 되는 현상이다.
[오답피하기] ① 엘니뇨는 지구 규모의 현상이다.
③ 엘니뇨가 발생하면 동태평양의 수온이 높아진다.
④ 엘니뇨는 무역풍이 약해질 때 발생하는 현상이다.
⑤ 엘니뇨가 발생하면 서태평양 부근은 가뭄이 발생한다.

오개념 피하는 노하우

■ **엘니뇨 발생 시 해수의 흐름**
엘니뇨는 동태평양 해역에서 해수면 온도가 평소보다 높아진 채로 지속되는 현상이다. 평상시에는 무역풍에 의해 동쪽 연안(페루)의 따뜻한 표층수가 서쪽으로 이동해 서태평양의 수온이 높고, 동태평양은 심층수가 상승(용승)하여 수온이 낮다. 엘니뇨가 발생하면 무역풍이 약화되어 태평양 동쪽 연안의 따뜻한 표층수가 서쪽으로 이동하지 못해 동태평양의 수온이 상승하고, 이로 인해 상승 기류가 발달하여 많은 비가 내리고, 홍수가 발생한다.

910 ㄴ. C 과정은 연소와 화산 활동 등으로, 기권에 이산화탄소가 증가하면 지구 온난화 현상이 가속된다.
ㄷ. D 과정은 화석화와 매장으로, 이 과정에서 석회암이 생성된다.
[오답피하기] ㄱ. A 과정은 기권의 이산화탄소가 생물권으로 들어와 유기물이 되는 과정으로, 광합성이다. B 과정은 생물권에서 생긴 이산화탄소가 기권으로 이동하는 과정으로, 호흡이다.

911 ㄱ. A는 생물의 호흡 작용으로 방출된 CO_2의 이동 과정이다.
ㄴ. B는 생태계 내 생물적 요소들 간의 먹이 사슬을 나타낸 것이며, 이 과정에서 탄소는 유기물의 형태로 이동된다.
ㄷ. C는 대기와 물속의 CO_2를 유기물로 전환되는 광합성 과정이다.

912 ㄱ. 대기 중의 O_2는 식물이 동화 작용인 광합성을 통해 방출한 것이 대부분이다.
ㄷ. 대기 중의 CO_2는 광합성 과정에서 식물의 기공을 통해 흡수되므로 탄소가 생물 군집 내로 유입되는 과정은 주로 식물을 통해 이루어진다.
[오답피하기] ㄴ. 생산자는 광합성과 호흡을 하는데 생산자가 생장하기 위해서는 호흡량보다 광합성량이 더 많아야 하므로 생산자의 개체수 증가는 대기 중의 CO_2 농도를 감소시키고, 생산자의 개체수 감소는 대기 중의 CO_2 농도를 증가시킨다.

913 식물은 대기 중의 탄소를 유기물의 형태로 바꿔 소비자에게 전달하는 역할을 하며, 화석 연료의 연소는 온실 효과를 일으키기도 하지만 탄소의 순환을 촉진시키는 긍정적인 역할도 한다.
모범답안 식물은 광합성을 통해 대기 중에 CO_2 형태로 존재하는 탄소를 유기물로 합성하며, 이를 먹이 사슬을 통해 소비자에게 호흡의 재료로 제공하고, 이를 통해 소비자는 유기물에 있는 화학 에너지를 생활 에너지로 바꿔 생명 활동에 이용한다. 화석 연료의 연소는 대기 중의 CO_2 농도를 증가시켜 온실 효과를 일으키기도 하지만 탄소의 순환을 촉진시키는 역할을 하기도 한다.

채점 기준	배점
탄소 순환에서 식물의 가장 중요한 역할과 화석 연료의 연소가 대기 중의 CO_2 농도에 미치는 영향을 옳게 서술한 경우	5점
탄소 순환에서 식물의 가장 중요한 역할만 옳게 서술한 경우	3점
화석 연료의 연소가 대기 중의 CO_2 농도에 미치는 영향만 옳게 서술한 경우	2점

914 ㄱ. 탄소는 석탄이나 석유, 천연가스와 같은 화석 연료의 주성분이다.
ㄷ. 탄소는 생물체의 에너지원으로 쓰이는 탄수화물, 지방, 단백질을 구성하는 성분 중 하나이다.
ㄹ. 광합성의 재료로 쓰이는 이산화탄소가 식물의 기공을 통해 생물권으로 유입된다.
[오답피하기] ㄴ. 사람의 구성 원소 중 중량비가 가장 큰 것은 몸의 약 66%를 차지하는 물(H_2O)을 구성하는 산소로 약 60%이며, 탄소는 약 21%를 차지한다.

915 ④ 유기물이 산화되는 과정은 세포 호흡이다. 세포 호흡을 통해 생활에 필요한 에너지를 얻으며, 이 과정은 미토콘드리아에서 일어난다.
[오답피하기] ① 광합성 결과 생성된 산소는 생물의 호흡에 이용된다.

② 태양의 빛에너지를 유기물인 포도당에 화학 에너지로 저장한다.
③ 태양의 빛에너지를 흡수하는 작용이므로 흡열 반응이다.
⑤ 광합성의 재료로 이산화탄소를 이용하므로 광합성이 활발하게 일어나면 대기 중의 이산화탄소 양을 줄여 지구 온난화를 방지할 수 있다.

916 ㄱ. 광합성은 무기물인 이산화탄소와 물을 유기물인 포도당으로 합성하는 동화 작용이다.
ㄴ. 광합성은 기권에 이산화탄소의 형태로 존재하는 탄소가 생물권의 유기물로 합성되는 반응이다.
[오답피하기] ㄷ. 광합성은 빛에너지를 이용하여 일어나는 반응이며, 빛에너지는 화학 에너지로 전환된다. 이 화학 에너지는 ATP인 생활 에너지로 저장되고, 열에너지는 생태계 밖으로 방출된다.

917 ㄴ. (가)의 화학 반응식은 광합성과 호흡을 나타낸 것이다. 광합성이 일어날 때 탄소는 산소와 분리되어 환원되고, 산소는 수소를 잃어 산화된다. 또, 호흡이 일어날 때는 포도당의 탄소가 수소를 잃어 산화되고, 산소 분자는 서로 분리되고 수소를 얻어 환원된다.
ㄷ. (나)의 화학 반응식은 메테인의 연소 반응을 나타낸 것이다. 연소 반응에서 탄소는 수소를 잃어 산화되며, 산소는 수소를 얻어 환원된다.
[오답피하기] ㄱ. 산화는 산소와 결합하거나 수소를 잃는 반응이다. 따라서 B와 C가 산화 반응이다. B에서 물의 산소는 수소를 잃고 대신 산소와 만나 산소 분자를 이루므로 산화된 것이며, C에서 메테인의 탄소는 수소를 잃고 대신 산소와 결합하여 이산화탄소가 되므로 산화된 것이다.
환원은 산소와 분리되거나 수소를 얻는 반응이다. 따라서 A와 D가 환원 반응이다. A는 광합성이 일어날 때 이산화탄소의 탄소가 산소와 분리되고 대신 수소와 결합하여 포도당이 되므로 환원된 것이고, D는 산소 분자가 서로 분리되고 대신 수소를 얻어 물이 되므로 환원된 것이다.

918 ㄱ. (가)를 통해 엽록소가 잘 흡수하는 빛의 파장이 청자색광과 적색광임을 알 수 있다.
ㄴ, ㄷ. 엽록소의 흡수 스펙트럼인 (가)의 그래프 변화와 잎의 작용 스펙트럼인 (나)의 그래프 변화가 거의 일치하는 것으로 보아 엽록소에서 많이 흡수한 빛에너지를 광합성에 주로 이용한다는 것을 알 수 있다.

919 ㄴ. 녹조류인 해캄은 광합성을 통해 산소를 발생시킨다. 프리즘을 통해 빛의 파장을 변화시킬 때 청자색광과 적색광 쪽에 호기성 세균이 많이 모인 것을 통해 이 파장에서 광합성이 활발하게 일어나 산소를 발생시킨다는 것을 알 수 있다.
ㄷ. 호기성 세균은 산소를 이용하여 물질을 분해시키는 세균이다. 광합성 결과 산소가 발생하므로 호기성 세균은 광합성이 활발한 곳에 모인다.
[오답피하기] ㄱ. 프리즘을 통해 들어온 빛은 파장을 변화시킬 수는 있지만 빛의 세기는 변화시키지 못하므로 빛의 세기에 따른 산소 발생량은 엥겔만의 실험으로 알 수 없다.

920 호기성 세균이 청자색광과 적색광이 비치는 해캄의 부위에 많이 모인 것은 해캄이 청자색광과 적색광의 파장을 광합성에 잘 이용하여 이곳에서 광합성 결과 산소가 발생되었기 때문이다.
[오답피하기] ① 해캄의 광합성 결과로 생성된 산소가 있는 곳에 호기성 세균이 모인 것이며, 호기성 세균으로 인해 광합성이 잘 일어난 것은 아니다.
② 호기성 세균의 호흡은 빛의 파장과 관련 없다.

921 밀폐된 공간에서 식물은 광합성을 통해 이산화탄소를 흡수하고 산소를 내보내며, 동식물은 호흡을 통해 산소를 흡수하고 이산화탄소를 내보내므로 이 양이 서로 같으면 둘 다 생존할 수 있다.

모범답안 동식물의 호흡을 통해 발생하는 이산화탄소는 식물의 광합성에 이용되면서 산소를 발생시키고, 산소는 다시 동식물의 호흡에 이용될 수 있어서 상호 필요한 물질을 제공하기 때문에 밀폐된 공간에서도 함께 생존할 수 있다.

채점 기준	배점
광합성과 호흡의 관계, 산소와 이산화탄소의 기체 교환 과정을 옳게 서술한 경우	5점
산소와 이산화탄소의 기체 이동 과정만 옳게 서술한 경우	3점
광합성과 호흡에 대해서만 서술한 경우	2점

922 지구는 흡수한 태양 복사 에너지의 양(70%)과 우주로 방출되는 지구 복사 에너지의 양(70%)이 같은 복사 평형 상태이다. 우주로 방출되는 지구 복사 에너지 중 64%는 대기 복사로 방출되며, 6%는 지표면 복사로 방출된다. 지구의 반사율은 20%+4%+6%=30%이다.

923 지표면에서 방출되는 지구 복사 에너지는 대기에 흡수되었다가 지표로 재방출된다.
[오답피하기] ① 온실 효과로 인해 지구의 기온이 따뜻하게 유지된다.
②, ③ 지구 복사 에너지는 대부분 대기에 흡수되고, 태양 복사 에너지는 대부분 대기를 통과한다.
④ 대기 중 온실 기체의 농도가 증가하면 온실 효과가 강해진다.

924 이산화탄소 농도의 증가율은 최근 급격히 높아지고 있다. 이산화탄소 농도는 식물의 광합성이 활발한 여름철에는 감소하고, 화석 연료의 사용량이 많아지는 겨울철에 증가한다. 전체적으로 이산화탄소 농도가 증가하고 있으며, 평균 기온과 해수면의

높이가 높아지고 있다.

자료분석 노하우

■ 이산화탄소와 온실 효과
이산화탄소는 온실 효과를 일으키는 주요 기체로 지구의 온도를 상승시킨다. 지구의 온도가 상승하면 해수가 열팽창하고, 극지방의 빙하가 녹아 해수면이 상승한다.

925 북극해의 얼음 면적이 감소한 원인은 지구 온난화 때문이다. 지구의 기온이 상승하면 빙하가 녹아서 해수면이 높아지고, 얼음 면적이 감소한다.
[오답피하기] ㄷ. 얼음 면적이 감소하면 지구의 반사율이 감소하고 흡수율은 증가한다.

926 지구 온난화와 기후 변화는 서로 복잡한 관련이 있다. 지구 온난화는 증발량을 증가시키고, 해수 온도를 상승시키며, 빙하의 면적을 감소시킨다. 빙하의 면적이 감소하면 해수면은 상승한다.

927 지구상의 탄소는 대부분 지권에 매장되어 있다. 그러나 화석 연료의 사용으로 인해 지권의 탄소는 이산화탄소의 형태로 대기로 방출된다. 대기 중으로 방출된 이산화탄소는 지구 복사 에너지를 흡수하고 재방출하여 지구의 평균 기온을 상승시킨다.
모범답안 화석 연료를 사용하면 대기 중의 이산화탄소 농도가 증가하고, 대기 중의 온실 기체 증가로 온실 효과가 강화되어 지구의 기온이 높아지는 지구 온난화 현상이 일어난다.

채점 기준	배점
화석 연료의 사용으로 대기 중 이산화탄소의 농도가 증가하여 지구 온난화 현상이 일어나 지구의 기온이 높아진다고 서술한 경우	5점
대기 중 이산화탄소의 농도가 증가하여 지구 온난화가 일어난다고 서술한 경우	3점

928 열대야 일수가 증가하는 것은 지구 온난화 현상 때문이다. 지구 온난화 현상의 주요 원인은 화석 연료 사용으로 인한 대기 중의 이산화탄소의 증가이다.

929 지구 온난화로 인해 우리나라의 기온은 상승할 것으로 예상되며, 이로 인해 우리나라는 온대 기후에서 난대 및 아열대 기후로 바뀔 것이다.
[오답피하기] ㄴ. 우리나라의 기온이 4°C 높아지면 부산은 아열대 기후가 된다.

930 그림은 지구의 기온이 현재와 같은 속도로 상승할 때 2050년의 지구 환경 변화를 예상한 것이다. 일본은 어획량이 줄고, 중국은 곡물 생산량이 감소할 것이다.

931 그림은 지구에서 사용되는 에너지원의 종류에 따른 이산화탄소의 방출량을 나타낸 것이다. 석탄이 가장 많은 양의 이산화탄소를 배출하고 수력, 원자력 등은 적은 양의 이산화탄소를 방출한다. 이산화탄소는 온실 기체이기 때문에 대체 에너지를 개발해야 한다.

내신 완성 1등급문제 pp.224~225

932 ④ 933 ④ 934 ④ 935 ③ 936 ① 937 ⑤ 938 해설 참조 939 해설 참조

932 대기 대순환의 원인은 위도에 따른 태양 복사 에너지량의 차이 때문이다. (가) 순환은 지구의 자전을 고려하지 않은 경우, (나) 순환은 지구의 자전을 고려한 경우의 대기 대순환 모형이다.
[오답피하기] ㄴ. 페렐 순환은 저위도와 고위도 순환에 의한 간접 순환이다.

933 라니냐는 무역풍이 강화되어 동태평양의 수온이 평상시보다 낮아진 상태를 나타내는 것이다. 엘니뇨는 무역풍이 약화되어 동태평양에서 차가운 심층수가 상승하지 못해 동태평양의 수온이 높아진 상태를 나타내는 것이다. 따라서 동태평양의 수온이 높은 (나)가 엘니뇨 발생 시의 수온 분포이다.
[오답피하기] ㄴ. 엘니뇨가 발생하면 평소보다 무역풍이 약해지기 때문에 (나)보다 (가)에서 남적도 해류가 강하게 흐른다.

934 ④ (나) 과정은 호흡 과정이다. 이 과정에서 포도당은 여러 단계를 거치면서 조금씩 에너지를 방출한다.
[오답피하기] ① 생물이 이용하는 생활 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이다.
② (가) 과정은 광합성 과정이다. 이 과정은 식물에서 일어나며, 빛에너지를 이용하여 무기물인 이산화탄소와 물을 포도당과 같은 유기물로 합성하는 동화 작용이다.
③ (나) 과정은 호흡 과정이며, 호흡 과정의 산물로 생성된 이산화탄소와 물은 다시 광합성의 재료로 사용된다.
⑤ 태양의 빛에너지를 받아 광합성을 통해 유기물을 합성하여 빛에너지를 화학 에너지로 전환한다. 이것이 호흡 과정을 통해 분해되어 ATP로 전환한다. 생물은 이 ATP를 생활 에너지로 이용한다.

935 ㄱ. 프레온은 1ppm의 농도만으로도 이산화탄소보다 온실 효과에 6,000배나 더 높은 영향력을 보인다.
ㄴ. 2010년도의 온실 효과에 미치는 영향이 가장 큰 기체는 이산화탄소이다. $340 \times 1 = 340$, $1.6 \times 21 = 33.6$, $0.31 \times 290 = 89.9$, $0.0003 \times 6,000 = 1.8$이므로, 이산화탄소가 온

실효과에 가장 큰 영향을 미치고 있다고 판단할 수 있다. 프레온은 증가율은 높지만 이산화탄소보다는 온실 효과에 적게 영향을 미친다.

[오답피하기] ㄷ. 1960년과 2010년의 각 기체의 온실 효과에 대한 영향력의 증가율을 보면 다음 표와 같으며, 이것을 통해 프레온의 증가율이 가장 높다는 것을 알 수 있다.

구분	1960년	2010년	증가율
이산화탄소	310×1=310	340×1=340	109.7%
메테인	1.2×21=25.2	1.6×21=33.6	133.3%
일산화이질소	0.30×290=87	0.31×290=89.9	103.3%
프레온	0.0001×6,000 =0.6	0.0003×6,000 =1.8	300%

936 ① (가)는 광합성 과정으로, 생물 A는 광합성을 하는 식물이다. 이와 반대되는 (나)는 호흡 과정이다. 광합성으로 만들어진 유기물 속의 탄소는 생물 B의 먹이가 되거나 배설물 등으로 나가므로 (가)와 (나)의 탄소 이동량은 같지 않다. 만약 광합성량이 호흡량보다 적으면 이 생물은 지속적으로 생장하지 못하고 죽게 된다. 식물이 생장하기 위해서는 호흡량보다 광합성량이 더 많아야 한다.

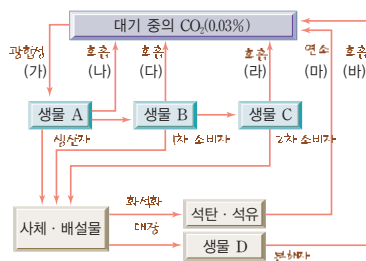
[오답피하기] ② 생산자, 소비자, 분해자가 CO_2를 내보내는 과정은 호흡이다.

③ (마)는 연소 과정이며, 화석 연료의 연소로 대기 중에 CO_2가 많아지면 온실 효과를 일으킬 수 있다.

④ 생산자(생물 A)에서 소비자(생물 B)로 먹이 사슬에 의해 유기물이 이동하여 탄소가 전달된다.

⑤ 생물 C는 소비자이며, 호흡에 의해 유기물 속의 탄소가 산화되면 (라) 과정을 통해 CO_2가 이동한다.

자료분석 노하우

■ 생태계 내에서 탄소 순환 과정

• 생물체에서 탄소는 유기물의 형태로 먹이 사슬을 따라 이동한다.
• 석탄 · 석유와 같은 화석 연료가 연소되어 지권에서 기권으로 탄소가 이동한다. ➡ 대기의 CO_2 농도를 증가시키는 원인이다.(지구 온난화의 원인)

937 지구에 입사되는 태양 복사 에너지를 100%라고 할 때 이 중 30%는 지표면과 대기에서 반사된다. 지구에 흡수되는 태양 복사 에너지의 양과 지구에서 방출되는 지구 복사 에너지의 양은 평형을 이룬다.

938 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

지구 온난화에 따른 우리나라의 기후 변화를 알고 있어야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 기후란?
→ 어느 지역의 장기간의 기상 상황
❷ 지구 온난화란?
→ 인간의 활동에 의해 온실 기체가 증가하여 지구의 기온이 높아지는 현상
❸ 우리나라의 기온 변화는?
→ 기온이 점점 상승하고 있다.

답안작성 키워드 지구 온난화, 기온 상승

모범답안 온실 기체의 증가에 따른 지구 온난화 때문에 우리나라는 기온이 상승하여 온대 기후에서 난대 및 아열대 기후로 변할 것이다.

유사답안 우리나라의 기후는 사계절이 뚜렷한 온대 기후에서 난대 및 아열대 기후로 바뀌고 있다. 여름의 열대야 일수는 계속 증가하고, 남부 지방에서만 재배할 수 있던 농작물이 중북부 지방에서도 재배할 수 있게 되었다. 이러한 현상은 대기 중의 온실 기체의 증가로 인한 지구 온난화 현상 때문이다.

채점 기준	배점
온실 기체의 증가에 따른 지구 온난화에 의해 기온이 상승하여 난대 및 아열대 기후로 변한다고 서술한 경우	10점
지구 온난화에 의해 기온이 상승한다고 서술한 경우	5점

939 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

해캄이 광합성에 잘 이용하는 빛의 파장은 무엇인지 실험 결과를 통해 알고 있어야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 엽록소가 가장 잘 흡수하는 파장은 무엇인가?
→ 호기성 세균이 많이 모이는 청자색광과 적색광이다.
❷ 호기성 세균을 이용하는 이유는 무엇인가?
→ 해캄의 광합성 결과 생성된 산소를 눈으로 관찰할 수 없으므로 산소가 있는 곳으로 모이는 호기성 세균을 이용한다. 이것은 호기성 세균이 많이 모이는 곳이 산소가 많이 발생한 곳임을 알 수 있기 때문이다.

답안작성 키워드 청자색광, 적색광, 산소

모범답안 해캄은 청자색광과 적색광을 광합성에 잘 이용하며, 광합성 결과 산소를 방출하므로 호기성 세균은 이곳에 많은 산소를 이용하기 위해 모인 것이다.

채점 기준	배점
해캄은 청자색광과 적색광을 잘 이용하고, 광합성 결과 산소를 방출하였으며, 호기성 세균은 이곳에 많은 산소를 이용하기 위해 모였다는 것을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	10점
청자색광과 적색광에 산소가 많다는 것만 옳게 서술한 경우	5점

20 | 에너지 문제와 미래

핵심 문제로 **개념 마무리** p.227

940 (1) 화석 연료 (2) 핵분열 (3) 재생, 신 **941** (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × (6) ○ **942** ㄷ, ㄹ, ㅁ, ㅂ **943** ㄱ, ㄷ, ㅂ **944** 엔진, 전기 모터(모터)

940 (1) 석탄, 석유, 천연가스는 지질 시대에 생물체의 유해가 땅속에 묻혀 오랜 세월에 걸쳐 만들어진 화석 연료이다.
(2) 원자력 발전소에서는 우라늄의 원자핵이 쪼개지는 핵분열이 일어날 때 발생하는 열을 이용하여 전기를 생산한다.
(3) 다시 생산하여 사용할 수 있는 에너지를 재생 에너지, 기존의 에너지를 변화시킨 에너지를 신에너지라고 한다.

941 (1) 화석 연료는 현재도 땅속에서 생산되고 있지만 생산되는 기간이 길어 현재의 소비 속도를 따라오지 못하므로 언젠가는 고갈된다.
(2) 화석 연료가 연소할 때 발생하는 이산화탄소는 지구 온난화의 주요 원인이 된다.
(3) 우라늄 같은 방사성 원소가 핵분열할 때 질량 결손이 생기면서 열이 발생한다.
(4) 핵융합이 일어날 때는 방사선이 방출되지 않는다.
(5) 연료 전지는 연료를 연소시키지 않고 산화시켜 에너지를 얻는다.
(6) 지속 가능한 발전을 위해서는 고갈될 염려가 없고 청정한 신 · 재생 에너지의 사용을 늘려야 한다.

942 다시 생산하여 계속 사용할 수 있는 재생 에너지에는 태양 에너지, 바이오 에너지, 수력 에너지, 풍력 에너지, 해양 에너지, 지열 에너지가 있다.

943 기존의 에너지를 변환시킨 신에너지에는 수소 에너지, 연료 전지, 석탄 액화 · 가스화가 있다.

944 하이브리드 자동차는 동력원으로 엔진과 모터를 함께 사용하여 에너지의 사용을 줄이고 오염 물질의 배출을 감소시킨다.

내신 본석 기출문제 pp.228~233

945 ②	946 ①	947 ㄱ, ㄴ	948 ④	949 ⑤	950 ④
951 해설 참조		952 ⑤	953 ②	954 ③	955 ③	956 ⑤
957 ③	958 ③	959 ⑤	960 ②	961 ①	962 ⑤	963 ③
964 ③	965 ④	966 ⑤	967 ②	968 ②	969 ③	970 ⑤
971 ⑤	972 ②	973 ④	974 ①	975 ③		

945 증기 기관이 발명된 후 석탄이 주로 사용되었고, 가솔린 기관이나 디젤 기관과 같은 내연 기관이 등장하면서 석유가 주로 사용되었다. 원자력 발전에서는 우라늄을 연료로 사용한다.

946 석탄은 주로 고생대에 육생 식물이나 수생 식물이 수중에 퇴적 매몰된 후 석탄화 과정을 거쳐 만들어졌다.

947 ㄱ. 석탄, 석유, 천연가스는 지질 시대에 생물체의 유해가 땅속에 묻혀서 만들어진 것으로, 에너지의 근원은 태양 에너지이다.
ㄴ. 모두 탄소를 포함하고 있어서 연소할 때 이산화탄소가 발생한다.
[오답피하기] ㄷ. 매장량이 한계가 있어 현재 속도로 사용하면 언젠가는 고갈된다.

948 천연가스는 석유의 정제 과정에서 만들어지지 않고 석유와 함께 매장되어 있거나 독자적으로 지하에 매장되어 있다.

949 ㄱ. LPG는 석유 정제 과정에서 만들어진다.
ㄴ. LPG는 주로 가정용 연료로 사용된다.
ㄷ. LPG(liquefied petroleum gas)의 주성분은 뷰테인과 프로페인이다.

950 ㄴ. 액화 천연가스(LNG : Liquefied Natural Gas)는 천연가스를 액화시킨 것이다.
ㄷ. 압축 천연가스(CNG : Compressed Natural Gas)는 천연가스를 압축시킨 것이다.
[오답피하기] ㄱ. 천연가스는 석유를 정제하여 얻지 않고 지하에서 바로 채굴한다.

오개념 피하는 노하우

■ **액화 석유가스와 천연가스**
- LPG(액화 석유가스)는 석유 정제 과정에서 나오는 기체로, 주성분은 프로페인과 뷰테인이다. 뷰테인은 휴대용 가스레인지의 연료로 사용된다.
- 천연가스를 액화시킨 것은 LNG(액화 천연가스)이고, 압축시킨 것은 CNG(압축 천연가스)로 주성분은 메테인이다.
- 메테인은 공기보다 가벼워 위로 뜨지만 프로페인과 뷰테인은 공기보다 무거워 바닥에 가라앉는다.

951 화석 연료를 대체할 신 · 재생 에너지의 특징은 지속 가능한 발전이 계속 되도록 고갈될 염려가 없어야 하고, 환경오염을 일으키는 물질을 배출하지 않아야 한다.

모범답안 화석 연료의 문제점은 언젠가는 고갈된다는 것과 환경 문제를 야기하는 물질이 배출된다는 것이다. 따라서 새로 사용될 에너지원은 고갈될 염려가 없이 계속 사용할 수 있어야 하고, 사용 과정에서 환경을 오염시키지 않아야 한다.

채점 기준	배점
매장량에 한계가 있어 고갈되며, 환경 문제를 야기하는 물질이 배출된다고 모두 옳게 서술한 경우	5점
한 가지만 옳게 서술한 경우	3점

952 화석 연료가 한 곳에 편중되어 있으므로 이를 나누어 쓰는 과정에서 수출을 제한하거나 가격을 과도하게 올릴 경우 국제 분쟁이 일어날 수 있다.

[오답피하기] ① 한 곳에 집중되어 있으면 채굴이 더 쉬워질 수도 있다.

②, ④ 연료 소비량은 매장 지역과 무관하고, 환경오염은 연료의 소비량이 많은 지역에 집중된다.

③ 연료가 고갈되는 시점은 사용량에 의해서 결정된다.

953 석유는 지질 시대에 살던 플랑크톤과 같은 생물의 유해가 점토에 섞여 호수나 바다의 밑바닥에 퇴적된 후 높은 열과 압력을 받아 화학 변화가 일어나 만들어진다. 또, 화석 연료 중 단위 부피당 발생하는 에너지가 가장 커서 전 세계적으로 사용량이 가장 많으며, 연료뿐만 아니라 플라스틱이나 섬유 등 석유 화학 제품의 원료로도 사용된다.

954 ㄱ. 석유는 땅속 깊이 묻혀 있기 때문에 시추공을 뚫어서 채굴한다.

ㄷ. 석유는 중생대에 생물의 유해가 땅속에 묻혀 오랜 시간 동안 높은 열과 압력을 받아 생성된다.

[오답피하기] ㄴ. 석유의 주성분은 탄소와 수소이므로 연소할 때 주로 이산화탄소와 수증기가 발생하는데, 이산화탄소는 지구 온난화의 원인이다. 그 외에도 다른 성분이 함유되어 있어 연소할 때 오염 물질이 발생한다.

955 ㄱ. 석탄은 주로 고생대에 생물의 유해가 땅속에 묻혀 높은 열과 압력을 받아 만들어진다.

ㄴ. 열과 압력을 받은 시간이 길어질수록 탄소의 함량이 증가한다.

[오답피하기] ㄷ. 석탄은 대부분 고생대, 석유는 대부분 중생대에 생성되어 만들어진 시기가 다르며, 매장된 곳의 지질 구조도 다르므로 매장 지역이 일치하지 않는다.

956 ㄱ. 핵이 붕괴할 때 열에너지와 방사선을 방출한다.

ㄴ. 방사성 원소는 핵에너지를 가지고 있다.

ㄷ. 방사성 원소는 원자핵이 불안정하여 스스로 붕괴한다.

957 ㄱ. 화력 발전과 원자력 발전에서는 모두 발전기를 돌려 전기를 생산한다.

ㄴ. 화력 발전과 원자력 발전에서는 물을 가열하여 고압의 수증기를 만든다.

[오답피하기] ㄷ. 화력 발전에서는 연료가 연소되면서 열이 발생하고 이산화탄소가 배출된다. 그러나 원자력 발전에서는 연료를 연소하지 않으므로 이산화탄소가 배출되지 않는다.

958 ㄱ. 원자력 발전 과정에서 폐연료봉이나 작업복, 장갑 등과 같은 방사성 폐기물이 생성된다.

ㄴ. 원자력 발전소에서 사고가 발생하여 방사선이 방출되면 피해가 광범위하고 심각하다.

[오답피하기] ㄷ. 언젠가는 핵연료도 고갈되겠지만 현재까지는 고갈 문제가 심각하지 않아 발전 단가가 상승하지는 않고 있다.

959 원자력 발전소에는 연료를 태우는 연료 연소 장치가 없다.

[오답피하기] 원자력 발전소는 핵연료에서 핵분열이 일어나면서 열이 발생하는 원자로, 발생한 열로 물을 끓이는 열교환기, 고온 고압의 수증기에 의해 돌아가면서 전기를 생산하는 발전기, 그리고 발전기를 돌리고 난 수증기를 식히는 냉각기 등으로 구성되어 있다.

960 ㄱ. 감속재로는 물이 사용된다.

ㄴ. 감속재는 중성자의 속력을 감소시켜 중성자가 우라늄 원자핵에 잘 흡수되도록 하는 역할을 한다.

[오답피하기] ㄷ. 원자로 내부 온도가 어느 정도 이상 올라가지 않도록 하는 역할을 하는 것은 핵분열 속도를 조절하는 제어봉이다.

오개념 피하는 노하우

중성자의 속력이 너무 빠르면 우라늄 원자핵에 흡수되지 않고 투과해 버린다. 그러면 핵분열이 일어나지 않으므로 중성자의 속력을 늦출 필요가 있는데, 이 역할을 하는 것이 물이다.

961 ㄷ. 핵분열과 핵융합 모두 질량 결손이 일어나면서 에너지가 방출된다.

[오답피하기] ㄱ. 핵분열에서는 방사선이 방출되지만, 핵융합에서는 방사선이 방출되지 않는다.

ㄴ. 핵분열에서는 방사성 폐기물이 생기지만, 핵융합에서는 방사성 폐기물이 생기지 않는다.

962 ㄱ. 우라늄 원자핵의 핵분열은 우라늄 원자핵이 중성자를 흡수하여 일어난다.

ㄴ. 우라늄의 핵분열 때 생긴 2～3개의 중성자가 다른 우라늄 원자핵에 흡수되어 다시 핵분열하는 연쇄 반응이 일어나게 된다.

ㄷ. 핵분열이 일어날 때의 질량 결손에 의해 열이 발생하므로 핵분열이 일어나기 전보다 일어난 후의 질량이 작다.

963 ㄱ. 제어봉에는 카드뮴과 붕소가 사용된다.

ㄷ. 제어봉은 중성자를 흡수하여 핵분열 속도를 적절하게 조절한다.

[오답피하기] ㄴ. 우라늄은 중성자를 흡수하여 핵분열한다. 제어봉과 반응하지는 않는다.

964 ㄱ. 가벼운 원자핵이 합쳐져 무거운 원자핵이 만들어지는 핵융합 과정이다.

ㄷ. 질량 결손이 일어나면서 에너지가 발생한다.

[오답피하기] ㄴ. 핵융합은 매우 높은 온도에서 일어난다.

965 ㄴ. 수소 원자핵이 핵융합할 때 질량 결손이 일어난다.
ㄷ. 태양의 주성분은 수소이고 수소 원자핵이 핵융합하여 헬륨 원자핵으로 변한다.
[오답피하기] ㄱ. 핵융합할 때 방사선은 방출되지 않는다.

966 ㄱ. 신 · 재생 에너지는 오염 물질의 배출이 거의 없는 청정에너지이다.
ㄴ. 신 · 재생 에너지는 기존의 화석 연료를 대체하는 에너지이다.
ㄷ. 지속 가능한 발전을 위해 앞으로 신 · 재생 에너지의 사용량이 계속 증가할 것이다.

967 ㄴ. 수력 에너지, 태양 에너지는 재생 에너지이다.
[오답피하기] ㄱ. 수력 발전에서는 발전기를 돌려 전기를 생산하지만, 태양광 발전에서는 태양 전지에서 빛이 직접 전기로 전환된다.
ㄷ. 수력 발전의 경우 날씨의 영향을 받지 않는다. 태양광 발전의 경우 날씨의 영향을 많이 받으며, 태양 에너지의 밀도가 낮아서 발전량을 많게 하려면 태양 전지판을 많이 설치해야 되므로 넓은 면적과 대지가 필요하다.

통합형 문제 파헤치기

- 수력 발전은 댐에 저장되어 있는 물의 위치 에너지로 발전기를 돌려서 전기를 생산하는 발전 방식이다. 댐을 건설할 수 있는 입지 조건이 필요하다.
- 태양광 발전은 태양 전지를 설치하여 태양빛을 곧바로 전기로 전환하는 발전 방식이다. 따라서 태양광 발전에는 발전기가 없다.

968 ㄱ, ㄴ. 신에너지는 기존의 에너지를 변환시킨 에너지로 수소 에너지와 연료 전지가 있다.
[오답피하기] ㄷ. 해양 에너지는 계속해서 사용할 수 있는 재생 에너지이다.

969 ㄱ. 지열 에너지는 지하에 마그마가 있는 한 계속 사용할 수 있는 재생 에너지이다. 따라서 에너지가 고갈되지 않는다.
ㄴ. 지하의 열을 이용하므로 날씨와 관계없이 이용할 수 있다.
[오답피하기] ㄷ. 지하의 열을 이용하기 쉬운 온천 지역 등으로 한정된다.

970 ㄱ. 쓰레기, 폐목재와 같은 바이오매스를 직접 태워 열과 빛을 얻거나 전기를 생산할 수 있다.
ㄴ. 바이오 에탄올과 바이오 디젤은 자동차 연료로 사용된다.
ㄷ. 바이오 에너지를 생산하기 위해 곡물이 사용되어 곡물 가격이 상승하거나, 경작지를 넓히기 위해 숲을 훼손하는 등의 부정적인 결과가 나타나기도 한다.

971 ㄱ. 댐 건설로 인해 호수가 생기므로 물에 잠기는 지역이 생기고 주변 생태계에 변화가 일어난다.
ㄴ. 댐 위의 물을 낙하시켜 발전하므로 건설 후 전기를 생산하는 데 연료비가 들지 않는다.
ㄷ. 댐으로 인해 물고기의 이동 통로가 차단되고 물이 강을 따라 흐르지 못하므로 댐에 고인 물의 부영양화가 일어나기도 한다.

972 조수 간만의 차이를 이용하는 조력 발전, 파도의 에너지를 이용하는 파력 발전, 조류를 이용하는 조류 발전은 모두 해양 에너지를 이용한 것이다.

973 ㄴ. 집열판의 면적을 늘리면 반사되는 태양열이 증가한다.
ㄷ. 물통을 열을 잘 흡수하는 재질로 만들면 물이 더 많은 열을 흡수하므로 온도가 빨리 올라간다.
[오답피하기] ㄱ. 물의 양을 줄여야 같은 열량으로 온도를 더 빨리 올릴 수 있다.

974 하이브리드 자동차는 연료도 소비하므로 재생 에너지를 이용하는 것은 아니다.
[오답피하기] ②, ⑤ 하이브리드 자동차는 일반 자동차에 동력용 전동기와 배터리를 더 설치한 자동차로, 동력원으로 연료와 전기를 동시에 사용하거나 따로 사용한다.
③, ④ 일반 자동차에 비해 에너지 효율이 높고, 오염 물질의 배출이 적은 장점이 있다.

통합형 문제 파헤치기

■ **하이브리드 자동차**
- 하이브리드 기술은 두 가지 이상의 기술을 접목시킨 것이다.
- 엔진과 모터를 동력원으로 사용하여 에너지 효율을 높이고, 오염 물질 배출량을 감소시킨다.
- 엔진을 작동하는 데 화석 연료를 사용한다.

975 ㄱ. 전기를 생산하는 과정에서 열이 발생하지 않기 때문에 연료를 태운 열로 전기를 생산하는 화력 발전에 비해 에너지 효율이 높다.
ㄴ. 주입된 수소는 전극에서 수소 이온과 전자로 분해된다. 전자가 전구를 지날 때 전구에 불이 켜진다.
[오답피하기] ㄷ. 수소와 산소가 결합하는 과정에서 열이 발생하지 않는다.

내신 완성 1등급문제 pp.234~235

976 ③ **977** ⑤ **978** ① **979** ④ **980** ④ **981** ④ **982** 해설 참조 **983** 해설 참조 **984** 해설 참조

976 ㄱ. 매장량에 한계가 있으므로 계속 사용할 경우 고갈되는 때가 온다.
ㄴ. 화석 연료에는 모두 탄소 성분이 들어 있으므로 연소할 때 이산화탄소가 배출된다.
[오답피하기] ㄷ. 화석 연료의 분포는 고르지 않다. 우리나라에서는 석유와 천연가스가 채굴되지 않는다.

977 ㄱ, ㄴ. 태양 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 장치로, 태양 전지에 빛을 비추면 양공과 전자가 반대쪽 전극으로 이동하면서 외부로 전류가 흐른다. 외부로 흐르는 전류에 의해 전구에 불이 켜진다.
ㄷ. 태양 전지는 p형 반도체와 n형 반도체를 접합하여 만든 것으로 접합점에 빛을 비추면 전류가 흐른다.

통합형 문제 파헤치기

■ **태양 전지와 반도체**
- 태양 전지 : 태양 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 장치이다. n형 반도체와 p형 반도체의 접합점에 빛을 비춤 → n형 반도체의 전자와 p형 반도체의 양공이 반대편으로 이동하여 양쪽에 모이게 됨 → 양 끝을 전선으로 연결함 → 전선을 따라 전류가 흐름
- 반도체 : 도체와 부도체의 중간 정도의 성질을 갖는 물질로 에너지 띠 구조의 차이로 인해 전기를 통하는 정도가 다르다.

978 ① 설치 지역이 바람이 연중 고르게 부는 지역으로 한정된다.
[오답피하기] ② 바람을 이용하므로 환경오염 물질이 거의 배출되지 않는다.
③ 바람을 이용하여 전기를 생산하므로 풍력 에너지는 재생 에너지이다.
④ 설치한 이후에는 바람을 이용하므로 전기를 생산하는 비용이 적게 든다.
⑤ 바람의 세기와 방향에 따라 생산되는 전기의 양에 차이가 난다.

979 ㄴ. 수소는 물을 전기 분해하여 얻는데, 이때 사용하는 전기 에너지는 태양 에너지, 풍력 에너지, 지열 에너지를 이용하여 생산한다. 태양 에너지, 풍력 에너지, 지열 에너지는 모두 재생 에너지이다.
ㄷ. 수소 에너지를 사용하면 물이 되는데, 이를 다시 전기 분해하면 수소가 되므로 수소 에너지는 고갈되지 않는다.
[오답피하기] ㄱ. 수소는 폭발할 위험이 있기 때문에 저장하고 이동하기가 어렵다.

980 ㄴ. 밀물 때 댐 안으로 물을 받아들이고 썰물 때 댐 밖으로 물을 방출하면서 터빈을 돌려 전기를 생산한다.
ㄷ. 설치 장소가 조수 간만의 차가 큰 곳으로 제한되고, 설치하는 데 비용이 많이 든다.
[오답피하기] ㄱ. 조수 간만의 차를 이용하여 전기를 생산하므로 해양 에너지를 이용한다.

981 ㄴ. B 구간과 같이 언덕을 오를 때는 큰 동력이 필요하므로 엔진과 모터가 함께 작동하여 엔진의 연료 소모를 줄인다.
ㄷ. 자동차가 어느 속도에 도달하여 그 속도를 유지하고 달리는 C 구간에서는 여분의 동력이 배터리를 충전시키는 데 사용된다. 즉, 여분의 에너지가 배터리에 저장된다.
ㄹ. 감속하다가 정지하는 D 구간에서는 엔진은 작동하지 않고 자동차가 모터를 돌려 전기를 생산하고 배터리를 충전시킨다.
[오답피하기] ㄱ. A 구간에서 출발할 때는 모터만 작동하지만 그 후 가속할 때는 모터와 엔진이 함께 작동한다.

자료분석 노하우
- 출발하여 저속으로 달릴 때 : 모터만 작동
- 가속하거나 오르막을 오르기 위해 큰 동력이 필요할 때 : 엔진＋모터 작동
- 정상 속도에 도달하여 일정한 속력으로 달릴 때 : 엔진만 작동 → 여유 동력으로 발전기(모터)를 돌려 배터리에 저장
- 감속, 내리막 : 엔진 작동 안 함, 운동 에너지로 발전기(모터)를 돌려 배터리에 저장
- D 구간에서 자동차가 달리면서 모터를 돌리면 전기가 생산되는데, 이때 모터를 돌리기 위해서는 힘을 작용해야 한다. 이 힘의 반작용으로 자동차는 운동 반대 방향으로 힘을 받게 되어 속력이 감소하게 된다.

982 **서술형 해결전략**

Step 1 문제 포인트 파악

화석 연료를 사용함에 따른 문제를 에너지 자원과 환경의 관점에서 정확하게 파악하고 있는지 묻는 문제이다.

Step 2 관련 개념 모으기

❶ 화석 연료란?
→ 석탄, 석유, 천연가스와 같이 지질 시대에 오랜 시간을 거쳐 만들어진 연료이다.
❷ 화석 연료의 연소란?
→ 화석 연료가 산소와 결합하면서 열을 방출하는 것으로, 동시에 오염 물질들도 생성한다.

답안작성 키워드 화석 연료

모범답안 석유를 계속 사용할 경우 매장량에 한계가 있으므로 언젠가는 고갈이 되는 문제점이 있다. 또 석유가 특정 지역에만 매장되어 있어 공급이 수요를 따라가지 못할 경우에는 석유 확보를 위한 국가간 분쟁이 발생할 수 있다. 석유가 지하에서 채굴되므로 석유 속에는 여러 물질이 혼합되어 있어 연소할 때 이산화탄소뿐만 아니라 이산화황, 질소산화물, 중금속 등의 오염 물질이 배출된다. 이산화탄소는 지구 온난화의 주요 원인이 되고 있다. 이를 해결하기 위해서는 석유의 소비를 줄이고, 이를 대체하는 신 · 재생 에너지의 사용을 늘려야 한다.

채점 기준	배점
석유 사용의 문제점을 에너지 자원과 환경의 관점에서 두 가지 모두 서술하고 해결책도 모두 제시한 경우	10점
석유 사용의 문제점을 에너지 자원과 환경의 관점에서 두 가지 모두 서술하고 해결책을 한 가지만 제시한 경우	7점
석유 사용의 문제점을 에너지 자원과 환경의 관점에서 두 가지 모두 서술한 경우	5점
석유 사용의 문제점을 에너지 자원과 환경의 관점에서 한 가지만 서술한 경우	3점

983 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

태양열을 이용하는 방법을 알고 있어야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

① **태양열 발전이란?**
→ 집열부에서 태양열 에너지를 모아 난방과 온수를 만드는 데 이용한다.

② **태양열 에너지의 문제점은?**
→ 에너지의 밀도가 낮아서 가용 에너지의 양이 적고, 날씨의 영향을 받으며, 넓은 설치 면적이 필요하다.

답안작성 키워드 태양열 발전

모범답안 집열부에서 태양열을 받아 물을 가열하여 저장한 후 난방과 온수로 이용할 수 있다. 태양 에너지는 에너지 밀도가 낮으므로 그림과 같은 방법을 통해 사용할 수 있는 에너지의 양이 적고, 날씨의 영향을 받는 등의 문제점이 있다.

채점 기준	배점
이용 예 두 가지와 문제점 두 가지를 모두 옳게 설명한 경우	10점
이용 예와 문제점을 한 가지씩 옳게 설명한 경우	6점
이용 예 또는 문제점을 한 가지만 옳게 설명한 경우	3점

984 서술형 해결전략

Step 1 문제 포인트 파악

수소 핵융합과 이를 실용화하기 위해 해결하여야 하는 문제가 무엇인지 알아야 한다.

Step 2 관련 개념 모으기

① **수소 핵융합이란?**
→ 수소 원자핵 두 개를 합쳐 헬륨 원자핵으로 변화시키는 것

② **물의 전기 분해란?**
→ 물에 전류를 흘려 수소와 산소로 분해하는 것

답안작성 키워드 수소 핵융합

모범답안 수소 핵융합은 수소 원자핵을 합쳐서 헬륨 원자핵으로 변화시키는 것으로, 질량 결손이 일어나면서 많은 에너지가 방출된다. 수소는 물을 전기 분해하여 얻는다. 전기 분해에 필요한 전기는 태양 전지를 이용하여 얻을 수 있으므로 수소 핵융합 과정에서 화석 연료를 사용하지 않아도 된다. 그러나 수소 핵융합은 매우 높은 온도에서 일어나는데, 아직 이를 실용화하지 못하고 있으므로 상온에서도 핵융합을 일으킬 수 있는 기술을 개발하여야 한다.

채점 기준	배점
핵융합과 수소를 얻는 방법을 서술하고, 해결 과제까지 제시한 경우	10점
핵융합과 수소를 얻는 방법까지 서술한 경우	6점
핵융합만 서술한 경우	3점

VI단원 실전 대비 평가문제

pp.236~239

평가 기준	정답
평가 기준 1 자연이나 일상생활과 관련된 다양한 형태의 에너지 전환 과정을 알고, 이때 에너지가 보존됨을 설명할 수 있다.	985 ③
평가 기준 2 지구의 가장 중요한 에너지원이 태양 에너지와 화석 연료임을 알고, 에너지 전환 기술이 어떻게 인류 문명을 발전시켰는지 설명할 수 있다.	986 ④
평가 기준 3 에너지 보존과 에너지 전환에 대한 이해를 바탕으로 에너지 전환 과정의 효율을 이해하고, 도심의 열섬 현상, 지구 온난화 현상 등에 적용하여 설명할 수 있다.	987 ④
평가 기준 4 제1종 영구 기관과 제2종 영구 기관이 불가능한 이유를 이해하고 설명할 수 있다.	988 ①
평가 기준 5 대기와 해양의 순환을 통해 지구의 에너지가 분배됨을 설명할 수 있다.	989 ④
평가 기준 6 엘니뇨와 라니냐와 같은 해양 순환의 변화가 기후에 심각하게 영향을 미치는 것을 설명할 수 있다.	990 ⑤
평가 기준 7 식물의 광합성을 이산화탄소의 환원 과정임을 지구의 탄소 순환 과정과 관련하여 이해하고, 열대 우림 등 숲의 존재가 온실 효과와 산소 고갈 문제 예방에 기여할 수 있다는 사실을 설명할 수 있다.	991 ②
평가 기준 8 광합성 과정에서 사용되는 빛의 파장별 특성을 이해하고, 이를 이용하여 태양 에너지가 식물에 의해 흡수되어 저장되는 과정을 설명할 수 있다.	992 ⑥
평가 기준 9 화석 연료의 사용을 산화와 환원 과정으로 이해하고, 연소 과정에서의 에너지 방출을 설명할 수 있다.	993 ⑤
평가 기준 10 화석 연료의 과다 사용에 따른 대기 중 이산화탄소의 농도 변화가 지구 온난화의 원인임을 지구의 열수지 개념을 이용하여 설명할 수 있다.	994 ④
평가 기준 11 화석 연료와 방사성 에너지 자원의 생성 과정을 설명할 수 있다.	995 ①
평가 기준 12 에너지 자원의 채굴과 사용 과정을 이해하고, 고갈에 따른 문제를 설명할 수 있다.	996 ⑤
평가 기준 13 여러 가지 재생 에너지, 핵융합과 수소와 같은 새로운 에너지 자원들의 활용 방법과 장단점을 설명할 수 있다.	997 ③ 998 ①
평가 기준 14 지속 가능한 발전의 관점에서 여러 가지 에너지 자원들의 활용 방안을 설명할 수 있다.	999 ③
평가 기준 15 태양 전지, 연료 전지, 하이브리드 기술의 기초적인 원리를 이해하고, 각 기술의 필요성을 환경적 관점으로 설명할 수 있다.	1000 ③

985 ㄱ. LED 전구에서는 전기 에너지가 빛에너지로 전환된다.
ㄴ. 가스레인지의 불은 연료의 화학 에너지가 열에너지로 전환된 것이다.
[오답피하기] ㄷ. 반딧불이의 빛은 몸 안에 있는 물질의 화학 에너지가 바로 빛에너지로 전환된 것이다.

986 ㄴ. 각 장치에서 사용한 연료는 석탄, 석유, 천연가스로 모두 화석 연료이다. 화석 연료가 가진 에너지의 근원은 모두 태양 에너지이다.
ㄷ. 화석 연료에는 탄소가 포함되어 있으므로 연소할 때 모두 이산화탄소가 발생한다.
[오답피하기] ㄱ. 화석 연료 가운데 가장 먼저 사용된 연료는

석탄이다.

987 ㄴ. 형광등이 40J의 전기 에너지를 10J의 빛에너지로 전환하므로 에너지 효율은 $\frac{10J}{40J}\times100=25\%$이다.

ㄷ. 소비 에너지 40J 중 빛으로 방출된 에너지 10J을 제외한 나머지 에너지는 열로 방출되므로, 1초 동안 방출되는 열은 $40J-10J=30J$이다.

[오답피하기] ㄱ. 1초 동안 40J의 전기 에너지를 소비하므로 소비 전력은 40W이다.

988 외부로부터 에너지를 공급받지 않고 계속 일을 할 수 있는 기관을 제1종 영구 기관이라고 하는데, 이는 에너지의 총량은 일정하게 보존된다는 에너지 보존 법칙(열역학 제1법칙)에 위배된다.

[오답피하기] 열기관의 효율은 100%가 될 수 없고, 에너지가 점차 사용하기 어려운 형태로 변하며, 열이 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르는 것은 모두 열역학 제2법칙으로 설명된다.

989 위도 0° 부근에서는 공기가 상승하여 적도 저압대가 형성되고, 위도 30° 부근에서는 공기가 하강하여 중위도 고압대가 형성된다.

990 무역풍의 약화로 동태평양에서 따뜻한 해수층의 두께가 두꺼워지며, 페루 연안에서 용승이 약해진다. 이로 인해 동태평양의 표층 수온이 평상시보다 높아진 현상을 엘니뇨라고 한다. 표층 수온이 높아진 동태평양에는 상승 기류가 발달하여 많은 비가 내리고, 서태평양은 동쪽에서 따뜻한 해수가 유입되지 않아 평소보다 수온이 낮아진다.

991 대기 중의 CO_2가 생산자(㉢)의 광합성을 통해 유기물로 합성됨으로써 탄소가 생태계로 유입된다. 그 이후 탄소는 유기물의 형태로 먹이 사슬에 따라 1차 소비자(㉡)를 거쳐, 2차 소비자(㉠)로 이동한다. 생산자와 소비자는 배설물과 사체가 된 후 분해자인 세균에 의해 CO_2가 방출되며, 다시 탄소가 대기 중으로 돌아간다.

② ㉠은 2차 소비자, ㉡은 1차 소비자이다.

[오답피하기] ① (가)의 C는 대기 중의 CO_2가 생산자에게 유입되는 과정이므로 광합성 과정 (나)에 해당한다.

③ 광합성 과정에서 대기 중의 CO_2는 수소를 얻어 포도당으로 환원된다. 이때 물의 산소는 수소를 잃고 산화된다.

④ 열대 우림과 같은 숲이 많은 지역에서는 광합성이 활발하게 일어나므로 대기 중의 CO_2가 유입되어 CO_2로 인한 지구 온난화를 막는 역할을 한다.

⑤ (나)는 광합성 과정이며, 대기 중의 탄소가 생산자로 이동하는 과정이므로 기권의 탄소가 생물권으로 이동하는 반응이다.

992 ㄴ. (나)에서 식물은 청자색광과 적색광에서 광합성 속도가 높은데, 이것은 (가)에서 가시광선 중 청자색광과 적색광의 빛을 엽록소가 많이 흡수하는 것과 관련 있다.

ㄷ. (가)에서 식물의 엽록소는 녹색빛을 거의 흡수하지 않고 투과시키므로 식물의 잎이 사람의 눈에 녹색으로 보이는 것이다.

[오답피하기] ㄱ. 식물의 광합성은 파장의 길이가 길고 짧은 것에 영향을 받는 것이 아니라 가시광선 중 특정한 길이의 파장에서 활발하게 일어난다.

993 물질이 산소와 결합하거나 수소와 전자를 잃는 것을 산화라고 한다. 반대로 물질이 산소를 잃거나 수소와 전자를 얻는 것을 환원이라고 한다. 메테인은 산화되면서 온실 기체인 이산화탄소와 에너지를 방출한다.

994 최근 150년 동안 이산화탄소 농도는 계속 증가하였으며, 이에 따라 온실 효과가 왕성해져 지구의 평균 기온이 상승하였고, 해수면의 높이도 높아졌다.

995 화석 연료는 지질 시대에 생물체의 유해가 땅속에 묻혀 오랜 기간 동안 높은 열과 압력을 받아 만들어지며, 석탄, 석유, 천연가스가 있다.

996 ㄱ. A는 천연가스, B는 석유이다. 천연가스와 석유는 대부분 같은 곳에서 산출되는데, 기체인 천연가스가 석유 위에 매장되어 있다.

ㄴ. 천연가스와 석유 모두 탄화수소로 변하므로 탄소와 수소를 포함하고 있다.

ㄷ. 석유는 각종 연료뿐 아니라 플라스틱이나 고분자 제품을 만드는 데 사용된다.

997 ㄱ. 파도를 이용하여 전기를 생산하는 것은 파력 발전이다.

ㄷ. 조류의 흐름을 이용하여 전기를 생산하는 것은 조류 발전이다.

ㄹ. 조수 간만의 차를 이용하여 전기를 생산하는 것은 조력 발전이다.

[오답피하기] ㄴ. 바람을 이용하여 전기를 생산하는 것은 풍력 발전으로, 이는 풍력 에너지를 이용한 것이다.

998 ㄴ. 핵분열과 핵융합 과정에서 모두 질량 결손이 일어나면서 열이 발생한다.

[오답피하기] ㄱ. 핵분열에서는 방사선이 방출되지만 핵융합에서는 방사선이 방출되지 않는다.

ㄷ. 우라늄은 매장량에 한계가 있어서 언젠가는 고갈되지만 수소는 바닷물을 전기 분해하여 얻을 수 있으므로 고갈될 염려가 없다. 또 핵융합은 아직 실용화되지 못하였다.

999 ㄷ. 태양 에너지, 수소 에너지, 풍력 에너지, 바이오 에너지는 신・재생 에너지로 환경오염이 없고, 고갈될 염려가 없다.

[오답피하기] ㄱ, ㄴ. 현재 주로 사용하는 에너지는 화석 연료로 매장량에 한계가 있어 언젠가는 모두 고갈될 염려가 있으며, 환경오염의 문제가 있다.

1000 ㄱ, ㄴ. 하이브리드 자동차는 엔진과 모터를 함께 사용하여 일반 자동차보다 에너지 효율이 높다.
[오답피하기] ㄷ. 연료로는 일반 자동차와 같이 가솔린이나 경유를 사용한다.